PRZEMYSŁ CHEMICZNY

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM POLSKIEGO PRZEMYSŁU CHEMICZNEGO, WYDAWANY STARANIEM STOW. „CHEMICZNY INSTYTUT BADAWCZY" WE LWOWIE, I POL. TOW. CHEMICZNEGO W WARSZAWIE ORAZ Z ZASIŁKIEM WYDZIAŁU NAUKI MINISTERSTWA WYZNAŃ RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO

NR. 11 i 12. LWÓW, LISTOPAD, GRUDZIEŃ 1925. ROCZNIK IX.

REDAKTOR: PROF. Dr KAZIMIERZ KLING

DR. IGNACY MOŚCICKI.

W SPRAWIE PRODUKCJI STĘŻONEGO KWASU AZOTOWEGO W POLSCE.

Koszta produkcji stężonego kwasu azotowego są bezwątpienia najniższe wtedy, kiedy przeprowadza się bezpośrednio tani, syntetyczny, rozcieńczony kwas azotowy przez odpowiednią aparaturę koncentracyjną. Produkowanie skoncentrowanego kwasu azotowego przez rozkład saletry chilijskiej musi być stanowczo znacznie droższe.

Państwowa Fabryka Związków Azotowych w Chorzowie, produkująca ekonomicznie rozcieńczony kwas azotowy, mogłaby pokrywać całe krajowe zapotrzebowanie na ten surowiec, gdyby stworzyła u siebie odpowiednio wielkie urządzenia koncentracyjne. Tem samem mając możność dostarczania taniego skoncentrowanego kwasu azotowego, możnaby się było uniezależnić od importowania tego artykułu z zagranicy.

Zdawałoby się więc, że fabryka Chorzowska, jako jedyna wytwórnia w Polsce, taniego kwasu azotowego w większych ilościach, powinna bezzwłocznie przeprowadzić odpowiednie inwestycje celem uczynienia dalszego kroku na drodze do osiągnięcia samowystarczalności naszej produkcji przemysłowej.

Po głębszem jednak rozważeniu tej sprawy dochodzi się do przeświadczenia zupełnie odmiennego. Otóż przedewszystkiem dla fabryki Chorzowskiej, fabrykacja stężonego kwasu azotowego nie przedstawiałaby interesu. Część związków azotowych, którą miałoby się sprzedawać w postaci skoncentrowanego kwasu, można sprzedawać w formie innej, równie korzystnie dla dochodowości tej wytwórni, a bez ponoszenia dość wysokich kosztów inwestycyjnych, związanych z wprowadzeniem produkcji skoncentrowanego kwasu. Wprawdzie względy inne, o których była mowa już wyżej, mogłyby częściowo usprawiedliwić nowe wkłady, gdyby nie przekonanie, że ta obecna konjuktura dla fabrykacji stężonego kwasu azotowego, będzie dla fabryki Chorzowskiej zbyt krótkotrwała.

Nowa, wielka fabryka związków azotowych, która powinna powstać i mam nadzieję powstanie niebawem, a oparta o bezpośrednią syntezę amonjaku z pierwiastków, musiałaby i miałaby możność podjąć zwycięską dla siebie walkę konkurencyjną z Chorzowem w zaspokajaniu całego zapotrzebowania polskiego przemysłu chemicznego na związki azotowe. Ten kierunek produkcji leży bowiem wyraźnie na drodze rozwojowej nowej fabryki, czego nie można powiedzieć w odniesieniu do fabryki Chorzowskiej, której polityka produkcyjna powinna iść w przyszłości w zupełnie innym kierunku [1]).

Inne fabryki chemiczne w Polsce miałyby jeszcze mniejszy interes w budowaniu urządzeń koncentracyjnych dla chorzowskiego rozcieńczonego kwasu azotowego. Nie byłoby również podstaw materjalnych do wytwarzania mieszaniny nitracyjnej przez bezpośrednie mieszanie chorzowskiego rozcieńczonego [2]) kwasu azotowego z 20% oleum. Zatem przemysł chemiczny w Polsce, potrzebujący jako surowca, skoncentrowanego kwasu azotowego (fabryki materjałów wybuchowych, jedwabiu sztucznego i t. d.) będzie mógł pokrywać swe zapotrzebowanie tanim kwasem krajowym dopiero po powołaniu do życia nowej fabryki związków azotowych.

Z powyższych rozważań wynika, że dla produkcji stężonego kwasu azotowego nie pozostają narazie inne sposoby, jak otrzymywanie go przez rozkład saletry. Kilka fabryk w Polsce posiada do tego celu gotowe urządzenia, których możnaby użyć stosując jako surowiec sprowadzaną saletrę chilijską, lub też syntetyczną z fabryki Chorzowskiej.

Chociaż saletra sodowa chorzowska, dzięki swej czystości jest znacznie szlachetniejszym surowcem dla produkcji kwasu niż saletra chilijska, to jednak z powodu potrzeby do jej wyrobu stosunkowo kosztownej u nas sody, musi być droższą od saletry chilijskiej nieoclonej. Znacznie lepiej pod wzglę-

---

[1]) Uzasadnienia tego twierdzenia nie podaję, gdyż nie mogłoby się ono pomieścić w szczupłych ramach niniejszego artykułu.

[2]) W tym wypadku musiałaby fabryka Chorzowska dostarczać kwas azotowy trochę podgęszczony, do *ca* 60% HNO_3, co byłoby nawet możliwe przy stosunkowo niskich kosztach instalacyjnych.

dem ekonomji przedstawia się mojem zdaniem produkcja skoncentrowanego kwasu azotowego przy użyciu saletry amonowej.

Jak widać z załączonego poniżej sprawozdania z doświadczeń p. inż. W. Kamienobrodzkiego, współpracownika Chemicznego Instytutu Badawczego odbywa się destylacja skoncentrowanego kwasu azotowego z saletry amonowej łatwiej i technicznie korzystniej niż z saletry sodowej. Warto oprócz tego nadmienić, że użycie saletry amonowej nie wymaga zupełnie przeróbki istniejącej aparatury przeznaczonej do rozkładu saletry sodowej, a sam przebieg procesu niczem zasadniczo się nie różni od procesu przy użyciu saletry sodowej.

Państwowa Fabryka Związków Azotowych w Chorzowie produkuje saletrę amonową w większych ilościach, a dzięki temu, że obydwa jej składniki produkuje sama, bez potrzeby używania zbyt kosztownej w tym przypadku sody, jest w stanie produkować w tej formie związany azot znacznie taniej, aniżeli w postaci saletry sodowej.

Przy użyciu saletry amonowej do omawianego celu jedyną komplikację stanowi kwaśny siarczan amonowy, który jako produkt uboczny, pozostaje przy destylacyji kwasu azotowego. Komplikację tę jednak łatwo jest wyzyskać nawet dosyć korzystnie. Wystarczy zastosować ten uboczny produkt do przeróbki fosforytów na superfosfat. Azot wchodzący w skład takiego nawozu fosforowego, ma tu pełną wartość dla rolnika, a więc może być i w pełni przez niego zapłacony.

Kwaśny siarczan amonowy może być stosowany do produkcji superfosfatu w sposób dwojaki. Można go użyć bez dodawania kwasu siarkowego i wtedy powstaną superfosfaty o większej zawartości procentowej azotu, lub też rozcieńczać go kwasem siarkowym zmniejszając w ten sposób zawartość azotu w nawozie sztucznym.

Z powyższych rozważań widzimy, że fabryka prowadząca produkcję superfosfatów, a posiadająca oprócz tego gotowe urządzenia dla destylacji kwasu azotowego, mogłaby z powodzeniem skorzystać z obecnej konjuktury, przerabiając na kwas azotowy chorzowską saletrę amonową.

INŻ. W. KAMIENIOBRODZKI.

KWAS AZOTOWY Z SALETRY AMONOWEJ [1].

Przerabiana saletra miała 98.3% $NH_4 NO_3$, w czem kwas azotowy oznaczono nitrometrem, a amonjak metodą formalinową.

Do rozkładu użyto czystego kwasu siarkowego o ciężarze właściwym: 1,833, czyli 93%-wego.

[1]) Do artykułu „W sprawie produkcji stężonego kwasu azotowego w Polsce".

Destylacja orjentacyjna:

Reakcja powinna przebiegać wedle równania:

$$NH_4NO_3 + H_2SO_4 = HNO_3 + NH_4HSO_4$$

Na 1 *mol* NH_4NO_3 = 80·05, brano 1·1 *mola* H_2SO_4 + 9.81 = 107·9

$$Mol\ NH_4NO_3 \text{ zawarty jest w } \frac{80{\cdot}05 \,.\, 100}{98{\cdot}3} = 81{\cdot}7\ gr \text{ saletry } 98{\cdot}3\%\text{-wej.}$$

$$1{\cdot}1\ mola\ H_2SO_4 \text{ zawarty jest w } \frac{107{\cdot}9 \,.\, 100}{93} = 113{\cdot}4\ gr \text{ kwasu } 93\%\text{-wego}$$

$$\text{na 50 } gr \text{ saletry 98·3-wej trzeba więc } \frac{113{\cdot}4 \,.\, 50}{81{\cdot}7} = 69{\cdot}4\ gr \text{ czyli } \frac{69{\cdot}4}{1{\cdot}833}$$

$$= 37{\cdot}9\ cm^3 \text{ kwasu 93\%-wego.}$$

50 *gr* saletry oblano w kolbie 38 cm^2 kwasu siarkowego, przy równoczesnem chłodzeniu, gdyż przytem wydziela się dosyć poważna ilość ciepła. W temperaturze pokojowej połowa mniej więcej saletry przeszła do roztworu.

Destylowano powoli (około 3 godziny) pod ciśnieniem 650 *mm Hg*, przy równoczesnem, bardzo nieznacznem dopływie powietrza do kolby destylacyjnej.

Około temperatury 90° ciecz stała się jednostajnie płynną, a w temperaturze 105° zaczęło się wrzenie cieczy.

Zebrano trzy frakcje kwasu: I. do 115°, II. od 115° do 185° i III. od 185° do 210°.

We wszystkich trzech frakcjach kwas był mocny, dymiący i zupełnie bezbarwny, jedynie ostatnia frakcja miała lekki odcień żółty. Pozostałość w kolbie zawierała 0.02% NO_3 (oznaczony nitrometrem i metodą oksydacyjną), 82·9% SO_4 i 13·9% NH_4, co odpowiada 89·7% NH_4HSO_4 i 9·1% H_2SO_4.

Destylacja II.

Do destylacji wzięto dwa razy tyle saletry i kwasu co poprzednio, a więc 100 *gr* saletry i 76 cm^3 kwasu. Powietrze wprowadzono w ilości około jednej banieczki na sekundę. Moc poszczególnych frakcyj oznaczono miarowo, przyczem odważano kwas w zatopionych bańkach.

1 *mol* NH_4NO_3 + 1·1 *mola* H_2SO_4 Ciśnienie u wylotu 490 *mm Hg*, w kolbie około 530 *mmHg*.					
	Ilość w *gr*	zawartość HNO_3 w %	Ilość HNO_3 w *gr*	Wydatek w %	Uwaga:
I frakcja do 125°	33·9	99·17	33·6	43·4	Kwas całkiem
II frakcja od 125—210°	39·3	88·31	34·7	44·7	bezbarwny
Suma destylatów	73·2	93·2	68·3	88·1	
Pozostałość	158·0	0·004	0·01	0·01	83·0% SO_4 i 14·3% NH_4

Destylacja III.

1 *mol* NH_4NO_3, 1·05 *mola* H_2SO_4.

$$\text{więc} \quad \frac{98{\cdot}3\left(98{\cdot}09 + \frac{9{\cdot}81}{2}\right)}{80{\cdot}05} = 127{\cdot}8 = 60{\cdot}7\ cm^3\ H_2SO_4\ 93\%\text{-ego.}$$

Powietrza wprowadzono banieczkę na sekundę.

1 *mol* NH_4NO_3 — 1·05 *mola* H_2SO_4
Ciśnienie u wylotu 420 *m/m Hg*, w kolbie około 460 *m/m Hg*.

	Ilość w *r.*	Zaw. NHO_3 w %	Ilość NHO_3 w *gr.*	Wydatek w %	
I. frakcja do 125°	34·94	97·40	33·60	43·4	
II. „ 125° 130°	8·21	96·49	7·92	10·2	
III. „ 130°—143°	13·25	95·76	12·66	16·3	
IV. „ 143°—150°	5·85	93·48	5·46	7·06	Kwas całkiem bezbarwny
V. „ 150°—160°	5·23	91·22	4·76	6·15	
IV. „ 160°—170°	2·78	88·14	2·44	3·15	„
VII. „ 170°—180°	2·94	86·26	2·53	3·27	
Suma destylatów . .	72·80	95·29	69·37	89·53	
Pozostałość	148·30	2·20	3·26	4·20	
Suma destylatów plus pozostałość . . .			72·63	93·73	

Lwów, dnia 3 lipca 1925.

J. WŁ. FLORJAN.

O WŁASNOŚCIACH ODBARWIAJĄCYCH RÓŻNYCH ZIEM.

Pierwsze praktyczne zastosowanie nauki o adsorbcji do przemysłu naftowego przypada najprawdopodobniej na rok 1867, więc na 8 lat po otwarciu pól naftowych w Pensylwanji i na właściwy początek przemysłu naftowego. W tym bowiem roku wprowadziła firma Hochstetter & Co. we Florisdorfie pod Wiedniem odbarwianie parafiny sproszkowanym węglem z krwi. Od tego czasu polecano i próbowano najróżniejszych ziem odbarwiających, a fabryk

Marka ziemi odbarwiającej	Dostawca	Cena za 100 kg w $ na gran. polskiej	Ciężar gatunkowy około	% zmielenia, pozostałość przy 1000 oczkach na cm²	% zdolności wchłaniania olejí	Koszta								Uwagi
						Parafina 50/52				Oleje smarowe				
						ziemia odbarwiaj.		strata po filtracji		ziemia odbarwiaj.		strata po filtracji		
						%	kwota w $	%	kwota w $	%	kwota w $	%	kwota w $	
Alsil B.	Bergbauges. Ravensburg GmbH. Ravenbrum i Isortal	6.66	2.18	65.0	55.00	4.50	0.2997	2.47	0.3459	4.50	0.2997	2.47	0.1433	
Clarit hoch	Chem. Fabrik Heufeld	5.95	2.08	30.0	66.15	4.—	0.2380	2.65	0.3604	4.50	0.2678	2.98	0.1728	
Frankonit S	Pfirschinger Mineralwerke in Kitzingen	3.62	2.16	25.0	25.60	5.50	0.1990	1.41	0.1918	6.00	0.2172	1.54	0.0893	
„ F[1]	Pfirschinger Mineralwerke in Kitzingen	5.50	2.03	15.0	43.40	4.—	0.2200	1.74	0.2366	4.50	0.2475	1.95	0.1131	
„ C	Pfirschinger Mineralwerke in Kitzingen	5·98	2.08	—	32.30	5.—	0.2990	1.61	0.2190	5.—	0.2990	1.61	0.0934	
„ FC	Pfirschinger Mineralwerke in Kitzingen	7.43	2.80	—	50.00	3.—	0.2229	1.50	0.2040	4.—	0.2972	2.—	0.1160	
Floridin S. G.	Hermann Bensmann, Brenner	5.45	—	—	23.00	4.50	0.2453	1.03	0.1401	4.50	0.2453	1.03	0.0597	
„ 50/60[2]	Hermann Bensmann, Brenner	6.50	—	—	—	7.—	0.4550	0.70	0.0952	7.—	0.4550	0.70	0.0416	zanadto gruboziarnista dla parafiny niezdolna
Dresden XI	Pretscher & Firschinger, Dresden	2.32	2.36	60.0	58.00	7.—	0.1624	4.06	0.5522	7.—	0.1624	4.06	0.2350	
Germania L.	B. Grovermann & Co., Brenner	3.86	2.16	—	27.00	5.—	0.1930	1.35	0.1836	3.50	0.2123	1.49	0.0864	
Isarit Grünslg. exln.	Dr. Ivo Deiglmayer A.-G., München	5.50	2.10	15.0	70.00	4.—	0.2200	2.80	0.3808	4.50	0.2475	3.15	0.1827	
Isarit Grüngsl.	Dr. Ivo Deiglmayer A.-G., München	4.80	2.28	10.0	62.40	4.50	0.2160	2.81	0.3822	5.—	0.2400	3.12	0.1810	
Isarit Rotsgl.[3]	Dr. Ivo Deiglmayer A.-G., München	4·30	2.18	—	53.50	5.—	0.2150	2.67	0.3631	5.50	0.2365	2.94	0.1705	barwa parafiny ciemnieje po filtracji

Isarit Gelbsgl.[3])	Dr. Ivo Deiglmayer A.-G., München	4.05	2.24	—	32.00	6.—	0.2430	1.92	0.2611	6.—	0.2430	1.92	0.1114	dtto
„ Blausgl.	Dr. Ivo Deiglmayer A.-G., München	3.35	2.30	—	30.00	7.—	0.2345	2.10	0.2856	6.5	0.2175	1.95	0.1131	
„ Schwarzsgl.	Dr Ivo Deiglmayer A.-G., München	5.25	2.20	—	44.20	7.—	0.3675	3.09	0.4202	6.5	0.3413	2.87	0.1664	
Prinsil I A[3])	Wilhelm Prim & Co., Magdeburg	7.24	2.17	—	52.37	4.—	0.2896	2.09	0.2842	5.—	0.3620	2.62	0.1520	dtto
Saxonit N[4])	Wilhelm Prim & Co., Magdeburg	7.14	2.09	—	60.60	3.50	0.2499	2.12	0.2883	4.—	0.2856	2.42	0.1404	barwa olejów smarowych ciemnieje po filtracji
„ A[4])	Wilhelm Prim & Co., Magdeburg	6.59	2.40	—	55.00	4.50	0.2965	2.47	0.3359	5.—	0.3295	2.75	0.1420	dtto
„ extra[4])	Wilhelm Prim & Co., Magdeburg	7.14	2.06	—	—	3.50	0.2499	1.93	0.2625	5.—	0.3570	2.75	0.1420	dtto
Marsil M	Chemische Düngerfabrik, Rendsburg	5.66	2.32	46.0	76.50	5.50	0.2113	4.21	0.5726	6.—	0.3396	4.59	0.2662	
Sirius A + B	Sirius - Werke - Deggensdorf	6.15	2.10	—	—	4.—	0.2460	2.—	0.2720	5.—	0.3075	2.50	0.1450	
„ C + D	Sirius - Werke - Deggensdorf	3.43	2.26	—	—	5.—	0.1715	3.—	0.4080	5.5	0.1887	3.30	0.1914	
Terrana	Sirius - Werke - Deggensdorf	2.81	2.18	10.0	—	6.—	0.1686	3.60	0.4896	6.—	0.1685	3.60	0.2088	
Silicia Standard	Bayrische Silicatwerke A.-G., Landau a. d. Isar	5.95	2.21	10.0	57.00	4.—	0.2380	2.28	0.3101	4.50	0.2678	2.57	0.1491	
Tonsil A—C	Tonwerk Moosburg, Moosburg	6.02	2.08	45.0	60.00	4.—	0.2408	2.40	0.3264	4.50	0.2709	2.70	0.1566	
„ X—15	Tonwerk Moosburg. Moosburg	3.56	2.18	—	—	8.—	0.2800	5.60	0.7616	8.—	0.2800	5.60	0.3248	
Florpol	W Polsce produkowana ziemia	2.20	2.04	20.0	30.50	6.—	0.1320	1.83	0.2488	6.—	0.1320	1.83	0.1061	

[1]) Frankonit okazał się bardzo słabo kwaśnym, reszta ziem była obojętna.
[2]) Floridin 50/60 jest zbyt gruboziarnista, dla parafiny nie dobra. Ziemi tej nie badano na zawartość kwasów.
[3]) Przy użyciu tych ziem barwa parafiny ciemnieje po filtracji.
[4]) Przy użyciu tych ziem barwa oleji smarowych ciemnieje po filtracji.

tych ziem w Ameryce, Francji i Niemczech powstało bardzo wiele, które produkują towar o bardzo nierównej wartości.

Wobec tego przeprowadziłem próby odbarwiania parafiny i oleji smarowych pochodzenia polskiego, przy pomocy różnych ziem, by przedstawić zainteresowanym rzeczywistą wartość tych ziem odbarwiających.

Z analizy chemicznej elementarnej nie można ocenić siły odbarwiającej ziemi, jednakże oprócz próby odbarwiania, wybijającej się na pierwsze miejsce badań, mają wielkie znaczenie niektóre analityczne dane.

I tak w pierwszej linji trzeba zauważyć kwasowość badanej ziemi. Francusko-amerykańskie ziemie, których wyrób polega na samym tylko wysuszeniu i zmieleniu, nie mogą wykazać żadnych kwasów, natomiast ziemie otrzymane sztucznie przez działanie chemiczne, np. kwasów, zawierają różne kwaśne substancje, które podczas użytkowania ziem niszczą płótna filtrowe i t. p.

Dotąd bardzo mało zwracano uwagi na oznaczenie ciężaru gatunkowego ziem odbarwiających. Okazało się, że dobra ziemia odbarwiająca ma mieć mniejszy ciężar gatunkowy, aniżeli ziemia gorsza o równej zawartości wody.

Dalej można z ciężaru gatunkowego obliczyć, jaką objętość zajmuje pewna ilość wagowa ziemi, aby następnie oznaczyć, ile komor danej prasy filtrowej musi być zajętych przez ziemię odbarwiającą, dla otrzymania zbitych, suchych placków po przefiltrowaniu na prasie materjału zmieszanego z tą ziemią odbarwiającą.

Stopień zmielenia ziemi odbarwiającej zależy przedewszystkiem od celu, do jakiego ma być użyta. Używa się ziem gruboziarnistych i miałko zmielonych; pierwszych do filtrowania oleji mineralnych, drugich do filtrowania przez nie wazeliny i parafiny.

Grubo zmielona ziemia podczas przesiewania próbki przez sito mające 20—30 oczek na 1 cm^2, nie powinna pozostawiać grubszych ziarn na sicie; miałko zmielona ziemia nie powinna niczego pozostawiać na sicie o 1000 oczkach na 1 cm^2.

Znaną jest rzeczą, że ekstrakcja za pomocą benzyny dla wydobycia oleju i parafiny (udało mi się znaleść inny sposób wydobywania oleju i parafiny z ziem, który jest bardzo prosty i tani) ze zużytej ziemi odbarwiającej, pochłania bardzo wielkie ilości pary ogrzewającej i dlatego połączona jest z dużemi wydatkami. Wskazanem jest przeto bardzo, by ziemia odbarwiająca mało wchłaniała w siebie oleji i parafiny, by posiadała bardzo małą pojemność otworków porowatych wśród swych cząstek, a więc małą zdolność wchłaniania oleji, bo to przy użyciu ziemi odbarwiającej odgrywa duża rolę.

Zaznaczam jeszcze, że udało mi się znaleść metodę i ziemię w Polsce, która jest tak dobra, jak niektóre zagraniczne i do tego bardzo tania. Ziemię tę oznaczyłem w tablicach jako „Florpol".

Poniżej podane liczby, określające tę zdolność wchłaniania oleji przez

ziemie, przedstawiają tylko dane orjentacyjne. Nie są to jakieś wartości absolutne, lecz względne, zależne od różnych czynników i własności samych odbarwianych materjałów (oleji, parafiny i t. p.), a przedewszystkiem zależne od innych liczb charakterystycznych dla danej ziemi.

Aby znaleść warunki opłacalności danej ziemi odbarwiającej, oznaczyć jej właściwą handlową i użyteczną wartość, oraz koszta odbarwiania, trzeba posługiwać się poniżej zestawionemi liczbami, pochodzącemi z praktyki ruchu fabrycznego dla poszczególnych ziem odbarwiających.

W tem zestawieniu przyjęto koszta zużycia ziem odbarwiających na 100 *kg* parafiny i 100 *kg* oleji i oznaczono je w dolarach, w stosunku ilości procentów zużytych ziem, koniecznych dla dostatecznego odbarwienia parafiny i oleji.

Straty wyrażono tu również w dolarach na 100 *kg* parafiny i oleji, stosownie do ilości procentów strat, spowodowanych przez samą ziemię odbarwiającą, licząc przytem za 100 *kg* parafiny 13.60 $, a za 100 *kg* oleju 5.80 $.

Która z przytoczonych tu ziem daje najlepsze wyniki w kierunku żądanym to widać wprost z powyższego zestawienia. Między zbadanemi ziemiami spotyka się tu też ziemie jak widać zupełnie nieodpowiednie dla przemysłu naftowego.

Zwracam przytem uwagę, że ocena siły odbarwiającej zbadanych ziem była wykonaną bez poprzedniego ich osuszania, użyto ich do prób w stanie naturalnym, w jakim dostarczył je rynek handlowy.

Limanowa, dnia 30 października 1925.

INŻ. MICHAŁ BORNSTEIN.

O NAUKOWEJ ORGANIZACJI PRACY W PRZEMYŚLE CHEMICZNYM.

Ciężki stan przemysłu krajowego z natury rzeczy zmusza nas do jak najdalej idących wysiłków w kierunku sanacji przemysłu naszego. O ile jednak przemysł mechaniczny specjalnie w Ameryce, dzięki pracom Taylora, ujęty został w system naukowy, o tyle przemysł chemiczny czeka dopiero na reformy, któreby mu umożliwiły dostateczny rozwój i skuteczną rywalizację z Zachodem. Cel do którego dążyć musimy, — to obniżenie kosztów produkcji. Poważnym plusem przy sanacji przemysłu chemicznego jest nasza samowystarczalność pod względem surowca, w przeważającej liczbie gałęzi przemysłu chemicznego. Poważnym też atutem jest i to, że dzięki powstaniu Związku Wielkiego Przemysłu Chemicznego, nie jesteśmy już rozproszeni i że

pewne sanacyjne zamierzenia możemy załatwiać zbiorowo. Znaczną jeszcze trudnością w ujęciu sanacji przemysłu chemicznego jest jego różnorodność, która zmusza poniekąd do indywidualnego traktowania każdego działu; odszukiwać przeto musimy takie punkty wyłącznie, które są właściwe dla całego przemysłu chemicznego. Wobec tych dodatnich wyników, jakie dał system Taylora w przemyśle mechanicznym, rzuca się w oczy pytanie — czy nie dałoby się zastosować tej metody w przemyśle chemicznym, tem barbardziej, że przy głębszej analizie metody Taylora okazuje się, że ma ona na celu nie tylko zwiększenie i zmechanizowanie pracy robotnika, ale rozszerza również swoją działalność na całokształt gospodarki fabrycznej i administracyjnej.

W celu stwierdzenia, czy system Taylora dałby wyniki dodatnie w usystematyzowaniu rękoczynów, poddaliśmy analizie możliwie szczegółowej najważniejsze dziedziny przemysłu chemicznego w Polsce i stwierdziliśmy, że stosunek pracowników pracujących ręcznie do dozorców przy aparatach jest dość znaczny.

Wogóle usunięcie pracy ręcznej i zastąpienie jej maszynową, potrafiłoby obniżyć znacznie koszta produkcji i cenę towarów i tak zwiększyć zapotrzebowanie i pojemność rynku.

Jakkolwiek przeto nie ulega najmniejszej wątpliwości, że system maszynowy daje najlepsze rezultaty, to w każdym poszczególnym wypadku zdecydować się należy na stosowanie maszyn tylko po dokładnej analizie warunków przemysłu, mianowicie: 1) czy koszta nowych urządzeń dadzą się zamortyzować i w jakim czasie; 2) czy uzyskane zwiększenie produkcji odpowiada pojemności rynku. Znamy np. wypadki z kilku fabryk, że wprowadzenie sztucznej chłodni nie opłacało się, wobec bardzo taniego aczkolwiek prymitywnego i nieekonomicznego sposobu łamania lodu podczas zimy i układania w lodowniach fabrycznych; wydać to się może technicznym nonsensem, jeżeli w każdym poszczególnym wypadku nie uwzględnimy specyficznych warunków miejscowych. W zeszłym roku naprzykład okazała się nieopłacalność samochodów ciężarowych, wobec pociągowej siły zwierzęcej, co już obecnie znów się zaczyna zmieniać. Z powyższego widzimy, że różnica pomiędzy naukowem a empirycznem ujęciem przemysłu opiera się na tem, że nie można bezkrytycznie przystępować do jakiejkolwiek reformy bez uprzedniego rozpatrzenia wszelkich możliwych czynników pro i contra; dlatego też reorganizator naukowo ujmujący warunki przemysłu, odrzuci często bardziej postępowo skonstruowaną maszynę, o ile wykaże się jej nieopłacalność w danych warunkach. Problemat ten jest tembardziej na czasie, że oprocentowanie kapitału wskutek niezdrowych warunków jest tak znaczne, że chwilowo najbardziej ekonomiczne urządzenia nie mogą się kalkulować; dlatego też baczniejszą zwrócić należy uwagę na zwiększenie wydajności pracy robotnika i na te ulepszenia techniczne, które tylko wyjątkowo mogą się okazać niezbędnemi.

Myślą przewodnią systemu Taylora jest oddzielenie wyraźne w każdej pracy strony myślowej od strony fizycznej; rzeczą robotnika jest tylko wykonać pracę, rzeczą zaś biura rozdzielczego dać sposób drobiazgowo opracowany wszystkich ruchów niezbędnych, dla wykonania powyższej pracy. Dla każdej pracy bowiem są ściśle określone sposoby i ruchy. Przy dotychczasowym systemie powierzano pracę robotnikowi, pozostawiając mu w zupełności inicjatywę co do wykonania samej pracy. Opierano się w tym wypadku na doświadczeniu, jakie przejmują młodsi robotnicy od starszych, co było oczywiście błędne, ponieważ nie możemy wymagać, aby nieprzyzwyczajony do metodycznego myślenia robotnik potrafił wyeliminować z całego szeregu ruchów te, które były zbędne, albo też wynajdywać bardziej celowy system pracy. Nie znaczy to wcale, aby robotnikom obdarzonym zdolnościami twórczemi uniemożliwić inicjatywę, lecz w tym wypadku stają się oni instruktorami wyszkolenia robotników. Badania poszczególnych faz fabrykacyjnych nie są rzeczą nową, gdyż już Adam Smith podaje, że przy fabrykacji igieł niezbędnych jest 18 operacji. System Taylora tem się odróżnia, że każdą operację analizuje; nie wystarczy bowiem przez mierzenie pewnej pracy chronometrem określić wydajność całkowitej pracy, lecz należy zapomocą rozbicia na najdrobniejsze funkcje odnaleźć właściwe ruchy. W tym celu Gilbretth przedewszystkiem udoskonalił chronometr, jak również zastosował kinematograf, dzięki czemu udało mu się otrzymać 48 obrazów na sekundę. Same badania ruchów uskutecznia się w sposób następujący: Do ręki robotnika przymocowuje się małą lampkę elektryczną, która przy każdym ruchu daje świetlny pas na filmie. Światło lampki zapomocą przerywacza gaśnie w określonych odstępach czasu, dzięki czemu mamy możność dokładnie określić, ile dany ruch zabiera czasu.

Zanim przystąpimy do szczegółowego rozpatrzenia studjów ruchów, musimy zwrócić uwagę, że na wydajność pracy nietylko wpływają celowe ruchy robotnika, lecz także i sposób przygotowania materjału roboczego i rozplanowania pracy, wybór odpowiednich narzędzi i warunki pracy. Do jakich rezultatów może to doprowadzić, wystarczy dodać, że inż. Gilbretth zbadawszy dokładnie warunki pracy murarskiej po wieloletnich drobiazgowych badaniach ustalił, że na 18 ruchów dotychczasowych przy kładzeniu cegły 13 było zbędnych i wskutek uproszczenia ruchów, zastosowania lepszych narzędzi i właściwych rusztowań, wydajność wzrosła ze 120 na 350 cegieł na godzinę.

Jeżeli zatrzymaliśmy się nad tymi rezultatami, które otrzymał Gilbretth w murarstwie to dlatego, że reformy te są typowym przykładem, do czego doprowadzić mogą studja ruchów. Wielowiekowa praktyka nie wydała tych reform, które otrzymał Gilbretth.

Przystępując do studjów naukowej organizacji pracy, należy przedewszystkiem zbadać w jaki sposób była dotychczas wykorzystywana praca,

następnie podzielić ją na poszczególne elementy, które wypróbować należy co do ich celowości i wydajności, jak również skonstatować, jakie zewnętrzne czynniki wpływają na celowość ruchów.

Obraz tych wszystkich rękoczynów pozwoli nam na stwierdzenie, które z ruchów były zbędne, które wytworzyły się wskutek ubóstwa myśli, nałogów, niewłaściwych narzędzi i t. d. Dalej musimy rozpatrzyć, jakie czynniki wpływają na pracę robotnika. Najważniejsze z nich są: 1) tkwiące w samym robotniku: są to jego psychiczne i fizyczne właściwości, cechy rasy, budowa ciała, umięsienie, wydajność, zręczność, temperament, wytrzymałość, a także sposób życia, odżywianie, zdrowie, doświadczenie, wykształcenie i t. d. 2) warunki pracy, rozplanowanie robót, jakość narzędzi i materjałów, miejsce pracy, ogrzewanie, wentylacja, oświetlenie, ubiór; następnie czynniki natury zewnętrznej w postaci związków zawodowych i czynników społecznych, jak również urządzenia mechaniczne, zmniejszające zmęczenie. 3) Praca sama, na którą wpływają szybkość ruchów, oraz ich celowość.

Wszystkie powyższe czynniki muszą być uwzględnione, gdy przystępujemy do organizacji pracy. Praca musi być ściśle przystosowana do budowy ciała i wzrostu, gdy np. pewna manipulacja wymaga częstego nachylania się, to należy zastosować do niej robotników niskich, którzy ją wykonywują z mniejszym wysiłkiem — sytuacja przedstawia się przeciwnie, gdy chodzi o wyrzucenie przedmiotu na znaczniejszą odległość lub wysokość. Ważnem jest też, aby robotę, wymagającą mniej inteligencji, nie powierzać robotnikom pierwszorzędnym, lecz ściśle się liczyć z poziomem i indywidualnością robotnika, jak również stworzyć zdrową i miłą atmosferę pracy. Bodaj, że najważniejszym czynnikiem, nad którym musimy się nieco dłużej zatrzymać jest wytrwałość i zmęczenie robotnika; jest to tem bardziej niezbędne, że czynniki powyższe dają broń do ręki przeciwnikom Taylora, jakkolwiek u wszystkich Taylor'istów znajdujemy gruntowne zrozumienie tych czynników.

Fizjologja uczy, że zmęczenie jest wynikiem działania pewnego rodzaju trujących wydzielin, tworzących się w organiźmie. Zmęczyć się — znaczy zatruć swój organizm. Jady zmęczenia zbierają się przy każdej pracy w ciele, które normalnie samo się chroni, wydzielając przeciwjady, unieszkodliwiające działanie czynników zmęczenia. Zbyt wiele jednak jadu zmęczenia wytwarza przemęczony organizm, niezdolny już do dalszej walki. Odpowiednio przeprowadzony trainning udziela organizmowi możności wytwarzania większej ilości anti-jadów, a przeto przyzwyczaja go do więcej intenzywnej pracy — bez zmęczenia. Ciekawe badania nad znużeniem i zmęczeniem przeprowadził prof. fizjologji Angelo Mosso. Mosso wynalazł ergograf do notowania przebiegu zmęczenia mięśni. Odróżniać należy trzy rodzaje zmęczenia:

1) Zmęczenie wskutek niedostatecznego wypoczynku, co wywołuje taki skutek, że robotnik zjawiający się do pracy już jest zmęczony. 2) Zmęczenie

wskutek bezcelowych i zbędnych ruchów, lub złych warunków pracy, wywołujących nadmierne i zbędne zużycie energji. 3) Nieuniknione zmęczenie przy właściwej pracy.

Uwzględniając powyższe dla racjonalnej pracy należy:

1) Dać robotnikom możność wypoczynku w czasie pracy (okres wypoczynku zależny jest oczywiście od rodzaju i intensywności pracy i dla każdego rodzaju musi być dokładnie określony). Przy dotychczasowym systemie robotnik często udawał, że pracuje — choćby były momenty, kiedy nie miał nic do roboty, w ogóle zachowując pozory, w wielu wypadkach unikał pracy. 2) Wyeliminować niepotrzebne wysiłki wywołujące zmęczenie i pracować ekonomicznie.

Naukowa organizacja pracy, określając ściśle tak czas pracy jak i okres wypoczynku, usuwa to zło i stwarza o wiele korzystniejszy stosunek pomiędzy majstrami i robotnikami.

Przy organizacji pracy liczyć się należy ze zdrowotnością robotnika, na którą wpływa nie tylko właściwa praca lecz i czynniki postronne — jak niezdrowe pomieszczenie, złe odżywianie, niehigieniczny tryb życia i t. d. Odżywianie jest czynnikiem pierwszorzędnym, uwzględnianym specjalnie w armji. Badania przeprowadzone w armji austrjackiej wykazały, że zwiększenie racji cukru w niektórych półkach powiększyło znacznie wytrzymałość żołnierza podczas marszów. Sprawa ta jest szczególnie ważna i byłoby wskazane, aby zarządy fabryk łącznie z instytutami higieny i medycyny opracowały normy pokarmowe i dla propagandy wydały odnośne tablice [1]).

Na wydatną pracę wpływają też i czynniki natury psychicznej, któremi bliżej nie będziemy się zajmowali, gdyż rozszerzyłoby to zbytnio ramy referatu, zwrócimy tylko uwagę, że wielką rolę odgrywa przychylny stosunek dyrekcji i administracji, oraz dbałość nietylko o materjalną lecz i kulturalną stronę życia robotnika o czem niżej pomówimy. Nie mniejsze znaczenie posiada właściwy wybór odpowiednich narzędzi i środków pomocniczych. Przy dokładnej analizie jakiejkolwiek pracy, zawsze odnajdziemy wiele drobiazgów, które jednak wpływają na jakość i dokładność pracy. Frederick Winslow Taylor, obsługując i czyszcząc osobiście przez czas dłuższy kotły parowe, uczynił ciekawe spostrzeżenie, że przy tej bardzo ciężkiej pracy, wiele czasu się marnuje wskutek nienaturalnej i niewygodnej pozycji robotników i w celu ułatwienia pracy przymocował do ramion, kolan i pięt robotnika poduszki, nadał też więcej wygodną formę narzędziom do kucia kotła.

Początkowo tak ustrojeni robotnicy wywoływali ironiczne uwagi ze strony swoich towarzyszy, jednak przy tem udogodnieniu koszt czyszczenia dużego kotła, zasilającego 300 *Hp* parową maszynę spadł z 62 dol. na 11 dol.

---

[1]) Stosunek niezbędnej ilości pokarmów do stopnia pracy wykonanej znajduje się w tablicach, podanych w dziele: Dr. W. Glikin. Biochemisches Taschenbuch, Berlin 1909.

Reasumując powyższe widzimy, że badania ruchów mają na względzie: 1) Określenie czasu, który zużyć należy dla wykonania poszczególnych manipulacyj danej pracy, opracowanie na podstawie wyboru odpowiednich ruchów norm, do których muszą się robotnicy bezwzględnie stosować. 2) Stwierdzenie, które ruchy dadzą się najłatwiej wykonać i najmniej męczą robotnika, oraz usunięcie tych ruchów, które nie są niezbędne dla wykonania.

Jednem słowem, wszystkie metody podnoszące wydajność, winny być należycie wykorzystane, zaś hamujące — usunięte.

Niezrozumiały jest przeto sprzeciw związków zawodowych amerykańskich w stosunku do systemu Taylora. Ing. Rudolf Seubert[1]), który system Taylora studjował w Ameryce, twierdzi, że sprzeciw ten daje się objaśnić nie faktem, jakoby system ten posiadał więcej stron ujemnych, niż dodatnich, lecz raczej, że robotnik przy mniejszym wysiłku więcej potrafi zarobić, niż mu związki zawodowe mogą zapewnić, oraz, że system ten bardziej jednoczy pracodawcę z pracobiorcą we wspólnej walce z przyrodą.

W naszem piśmiennictwie krytykę systemu Taylora podał S. Rudniański w artykule p. t. „Nowe podstawy doboru robotników“ [2]). Nie zajmując się bliżej tą krytyką, zaznaczamy tylko, że podług autora, praca fizyczna, wymagając również wysiłku myślowego, nie jest gorszą od pracy umysłowej; nie jest to jednak sprzeczne z istotą systemu Taylora, w którym nie chodzi wcale o poniżenie pracy fizycznej, lecz tylko o ekonomiczne jej wyszkolenie. Wystarczy dodać, że Dr. Ing. Johannes Riedel[3]) omawiając energetyczny imperatyw podkreśla, że dla uniknięcia nieporozumień pod „pracą“ należy zarówno rozumieć fizyczną jak i umysłową.

Charakterystycznem jest jednak, że wprowadzenia systemu Taylora domagał się Lenin i w literaturze amerykanskiej wśród Tayloristów znajdujemy nie tylko zrozumienie słusznych potrzeb robotnika, lecz ujęcie wysoce humanitarne. Każdy rozsądny organizator, stosujący zarówno siły ludzkie, jak i przyrody, zawsze wyżej stawia te pierwsze, ponieważ wie, że w wielu wypadkach zastąpić pracy ludzkiej nie można pracą sił przyrody. Jeżeli porównamy zdolności człowieka do wysiłku z kapitałem, a pracę z odsetkami, to jest jasne, że tylko wtedy gospodarka będzie racjonalną, gdy posiłkować się będziemy odsetkami, nie naruszając kapitału; — należy przeto zapomocą bezwzględnego oszczędzania zdrowia i sił robotnika, dążyć do podniesienia wydajności, zaś czynniki oddziaływujące ujemnie przenieść na maszyny.

Tylko tego rodzaju gospodarka pracą ludzką może rozwiązać proble-

---

[1]) Aus der Praxis des Taylor-System mit eingehender Beschreibung seiner Anwendung bei Tabor Manufacturing Company in Philadelphia, Berlin. Springer 1920.

[2]) Mechanik, marzec 1921 zeszyt 4.

[3]) Grundlagen der Arbeitsorganisation im Betriebe mit besonderer Berücksichtigung der Verkehrstechnik, Berlin, Julius Springer.

maty nie tylko przemysłowe, lecz i istnienia państwowego, nastąpić bowiem może czas, kiedy techniczne środki obrony narodowej będą identyczne pośród narodów wojujących i wtedy jedynie tylko osobista sprawność decydować będzie o zwycięstwie.

3) Studja te potrafią wyjaśnić, ile czasu zużyć należy dla dania robotnikom wypoczynku po pewnym szeregu ruchów, aby nie nastąpiło przeciążenie pracownika z winy pracodawcy lub pracobiorcy.

4) Studja te umożliwią odpowiedni wybór robotnika dla danej pracy, co jest bardzo ważnem w każdem przedsiębiorstwie. Sprawa ta jest nie tylko ważną, lecz i trudną, gdyż jedne rodzaje pracy wymagają uwagi, pamięci ruchów i kształtów, inne spostrzegawczości, wyobraźni, zdolności myślenia, jeszcze inne woli, pewności ręki, spokoju, wrażliwości wzrokowej lub mięśniowej; dlatego też powstała w ostatnich czasach nowa nauka — psychotechnika, wiążąca się ściśle z psychologją doświadczalną, której celem jest drogą badań ustalić pewne uzdolnienia odpowiednie dla danej pracy. Studja psychotechniczne znalazły zastosowanie w przemyśle mechanicznym, który korzysta z ergografu do mierzenia zmęczenia, wynalezionego przez Mossa, tremometru do badania pewności ręki, optometru do badania pewności oka i t. p. Nie rozwodzimy się zbytnio nad temi przyrządami, gdyż niezupełnie odpowiadają naszemu przemysłowi.

Wobec tego jednak, że studja psychotechniczne znalazły zastosowanie tylko w przemyśle mechanicznym, byłoby wskazane zainteresować tą sprawą instytut pedagogiczny, dla którego psychologja eksperymentalna jest przedmiotem doniosłym. Jeżeli pedagogika ma wypełniać swe zadanie wychowania społeczeństwu ludzi zdrowych, czynnych i sprawnie wykonywujących swe obowiązki, musi drogą eksperymentalnej psychologji przystosować swych wychowanków — a przyszłych pionierów — do zajęć różnorodnych. Jest to tembardziej ważne, że przemysł jest poważnem źródłem pracy dla większości naszych pracowników. Szczupłość miejsca nie pozwala nam się jeszcze bardziej rozwodzić nad studjami ruchów, które dla każdego przedsiębiorstwa przedstawiają niesłychaną doniosłość i dają znaczne oszczędności, zauważyć tylko musimy, że wykres kinematograficzny t. zw. cyklodiagram daje możność właściwej oceny, czy ruchy przy danej czynności były celowe. Przy badaniu pracy pewnej robotnicy okazała się znaczna ilość nieokreślonych ruchów zbytecznych. W danym wypadku 2 ruchy były zbędne, a jeszcze w innym były zbyt długie. Gdy np. robotnikowi dla ułatwienia masowego wiercenia drobnych przedmiotów ustawiono skrzynię pod kątem, aby je wybierał z dołu i skrócił sobie tym sposobem drogę, wskutek dawnego przyzwyczajenia — brał z góry.

Obraz kinematograficzny może w znacznym stopniu wpłynąć na wyszkolenie robotników, trzeba tylko podczas pracy już wyszkolonych instruktorów zdjąć obraz kinematograficzny i następnie przez zwolnienie biegu taśmy i rzu-

cenie na ekran obrazu w dowolnem powtórzeniu nauczyć robotników racjonalnej pracy.

Studja ruchów przeprowadzone w fabryce Sp. Akc. „Żelatyna“ nad krajaniem i przerzucaniem skór z dołu do dołu, dały wyniki bardzo ciekawe, nie rozpatrujemy ich jednak tutaj, ponieważ są zbyt specjalne. Próby wykonane z niektóremi rękoczynami w firmie „L. Spiess i Syn“ w Tarchominie, dały wyniki niemniej ciekawe. Podkreślić musimy, że gdziekolwiek dotknęliśmy się jakichkolwiek operacyj, wszędzie okazała się widoczną konieczność reformy, którą częściej i łatwiej zauważy obcy obserwator, niż kierownik poszczególnych działów, zaabsorbowany różnemi szczegółami danej fabrykacji.

Jeżeli zastanawiamy się nad ogółem kosztów produkcji, to koszta robocizny stanowią tylko część kosztów ogólnych i sanacja naszego przemysłu ogarnąć musi wszystkie działy; należałoby przeto metody naukowej organizacji rozszerzyć i na całość przedsiębiorstwa. Pod naukowem prowadzeniem gospodarki fabrycznej rozumiemy krytykę, analizę i ugrupowanie wszelkich zjawisk w dziedzinie przemysłowej i handlowej, systematyczne sprawdzanie i graficzne zobrazowanie otrzymywanych wyników, jak również zestawienie wniosków ostatecznych o rezultatach, jakich spodziewać się można w obecnych warunkach przy proponowanych zmianach. Dalej, aby przeprowadzić skuteczną sanację danego zakładu przemysłowego, należy traktować go jako organizm chory i postępować w sposób identyczny, jak to uskutecznia się w walce z niedomaganiem organizmu ludzkiego. Metodę taką opisuje jeden z wybitniejszych organizatorów amerykańskich Wiliam Kent w dziele poświęconem sanacji fabryk. Kent podaje, że gdy jedna z fabryk amerykańskich znalazła się w ciężkich warunkach wobec grożącej jej konkurencji, zawezwano w celu jej uzdrowienia, po wyczerpaniu wszelkich półśrodków, lekarza technicznego, którym okazał się — jakkolwiek wydawać się to może nieco groteskowem — doktor medycyny; jako akcjonarjusz wielu koncernów, przyczynił się on do uzdrowienia fabryk i zdobył sobie sławę wybitnego rzeczoznawcy.

Lekarz ten, obdarzony niepowszednim zmysłem organizacyjnym, w przemowie swej uwydatnił między innemi szereg najpospolitszych czynników ujemnych, które nazwał bakterjami chorobotwórczemi przemysłu, a do których zaliczył: 1) przesadne mniemanie o swoich wiadomościach fachowych, nie dopuszczające innych do głosu; 2) wygórowaną ambicję przy kierowaniu przedsiębiorstwem; 3) ociężałość myślową; 4) zbyt szybkie stosowanie zmian w gospodarce przemysłowej, bez uprzedniego wyjaśnienia sobie kosztów i uzyskanych rezultatów; 5) brak wytrwałości w dążeniu do pewnych celów; 6) konserwatyzm, uparcie trzymający się przestarzałych urządzeń; 7) gospodarkę protekcyjną i t. d.

Biorąc pod uwagę powyższe, uważam, że dla skutecznego przeprowadzenia sanacji przedsiębiorstwa przemysłowego należy: 1) zbadać stosunek

łącznikowy pomiędzy poszczególnymi wydziałami; 2) stwierdzić sprawność techniczną poszczególnych stacyj fabrycznych; 3) opracować tablice wydajności poszczególnych etapów, uwidaczniające sprawność, stopień wykorzystania i dające pogląd na sposoby powiększania produkcji.

Tablice wydajności poszczególnych etapów fabrykacyjnych wiążą się z najważniejszą sprawą w dziedzinie naukowej organizacji pracy, to jest harmonizacją pracy w zakładach przemysłowych. Nie mogąc zbytnio się tu rozszerzać, zmuszony jestem odesłać czytelnika do referatu wybitnego naszego znawcy tych spraw prof. K. Adamieckiego na międzynarodowym kongresie naukowej organizacji pracy w Pradze Czeskiej w lipcu 1924 r.[1]). Niestety referat ten jedynie obejmuje przemysł mechaniczny, choć podstawy teoretyczne obowiązujące są dla wszystkich dziedzin w gospodarce technicznej. Dlatego sądzę, że ciekawemi będą wysiłki w kierunku harmonizacji pracy w przemyśle chemicznym.

1) Harmonizacja w doborze urządzeń: sprawa ta postawiona jest racjonalnie w przemyśle cukrowniczym, gdzie sprawność i pojemność aparatów ściśle sobie odpowiadają. Dla rozwiązania tego problematu w innych dziedzinach przemysłu chemicznego, należy opracować tablice wydajności miesięcznej poszczególnych stacyj i aparatów do stwierdzenia, czy harmonijnie sobie odpowiadają.

2) Harmonizacja działania. Dla idealnej pracy należy ściśle określić czas i trwanie każdej funkcji, aby nie było przerw, które są często kosztowniejsze od samej pracy; słusznie twierdzi prof. Adamiecki, że dla otrzymania dużej produkcji, szybkość poszczególnych operacyj miała często znaczenie podrzędne — największą rolę odgrywają przerwy. Z tego względu dla każdej fabryki powinny być opracowane harmonogramy, które ujęłyby całokształt pracy i wytknęły dla każdej funkcji miejsce i czas.

Z pośród wszystkich fabryk naszych i zresztą bardzo licznych zagranicznych, które miałem możność zwiedzić, jedynie w zakładach Ski Akc. „Strem" praca na dyfuzji prowadzi się podług harmonogramu. Wzory do powyższego opracowali inż. Dobrzyński i Zyss.

Dla zapobieżenia niedomaganiom ruchu fabrycznego jest wskazane, aby sprawozdania kierowników, składane dyrekcji względnie zarządowi, obejmowały możliwie krótkie czasokresy.

Przy badaniu warunków pracy przedsiębiorstwa ważnym środkiem pomocniczym jest kwestjonarjusz.

Kwestjonarjusz winien być opracowany dla każdego działu osobny, przyczem poszczególne punkty winny zawierać takie pytania, aby w odpowiedzi można było uzyskać dokładne pojęcie o całokształcie, jakoteż o szczegółach danego działu, względnie całego przedsiębiorstwa. Nie wchodząc

---

[1]) Przegląd techniczny, r. 1924, Nr. 49, 52, 53.

w szczegóły takiego kwestjonarjusza, podkreślę tylko poszczególne działy, mianowicie: sprawy dotyczące surowca, etapy przerobu, produkcję i gotowe towary; sprawność techniczną (urządzenie), organizację sprzedaży, organizację robocizny, świadczenia społeczne.

Sprawa gospodarki parowej jest dla wielu gałęzi przemysłu chemicznego sprawą pierwszorzędną. W przemyśle mechanicznym para służy tylko jako źródło energji mechanicznej dla poruszania obrabiarek; jeżeli więc ustawimy nowoczesną maszynę parową czy też odpowiednie silniki spalinowe, zwrócimy uwagę, aby nie było strat wskutek tarcia w pędni, lub też, co ważniejsza, przeprowadzimy elektryfikację fabryk — zadanie nasze będzie skończone; inaczej w przemyśle chemicznym, gdzie znaczna część pary zużywa się przy gotowaniu, odparowaniu, suszeniu — jednem słowem przy samej fabrykacji. Racjonalna utylizacja pary i kondensatów decyduje o istnieniu danego zakładu przemysłowego. Sprawa ta postawioną była racjonalnie w cukrownictwie. Konkurencja bowiem fabryk wytworzyć musiała dążenie do oszczędnej gospodarki, często bowiem cukrownia bardziej nowoczesna zużywała połowę tej ilości opału, co przestarzała i dla fabryk cukru pozostały dwie alternatywy: bądź przez zastosowanie kotłów ekonomicznych, odparnic Kestnera, z utylizacją pary wylotowej dla warników, podgrzewaczy przeciwprądowych, przekipiaczy i t. p. aparatów do gotowania, racjonalnie wykorzystać kondensaty, bądź też zamknąć fabrykę. W Niemczech sprawa gospodarki parowej stoi na wysokości swego zadania. W literaturze technicznej naczelne miejsce zajmują prace poświęcone technice cieplnej i racjonalnej utylizacji paliwa. U nas daje się odczuwać brak prac w tej dziedzinie, przeto młodzież nasza pragnąca się poświęcić technice cieplnej nie ma skąd czerpać owych wiadomości; brak nam więc specjalistów do budowy aparatów dla fabryk chemicznych, brak też pracowników dostatecznie przygotowanych do ekonomicznego prowadzenia gospodarki parowej we fabrykach naszych.

Poruszamy te kwestje ogólnikowo, zwracamy jednak uwagę, że sprawą należy się specjalnie zainteresować, o ile mamy skutecznie rywalizować z Zachodem.

Wydział techniczny. W razie istnienia kilku fabryk w jednym Zarządzie, wydział winien funkcjonować przy biurze Zarządu, o ile jednak mamy do czynienia z jedną fabryką, to wydział taki powinien istnieć w mniejszym zakresie.

Wydział ten obejmuje sprawy: a) Rysunki techniczne, b) Fotografje, c) Kartoteka, obejmująca szczegółowe dane dla wszystkich aparatów i urządzeń fabrycznych; pożądany byłby model fabryki, stosowany w fabrykach amerykańskich, d) Dane statystyczne i graficzne, e) Konferencje dla polepszenia systemu fabrykacji, f) Koszty fabrykacji, g) Rezultaty wydziału technicznego.

Racjonalnej organizacji przemysłu chemicznego nie można sobie wyobrazić bez pomocy, jakiej udziela laboratorjum chemiczne prowadzone na-

ukowo. Do tej pory i to wyjątkowo zadawalniano się zaledwie pracownią analityczną, która udzielała jedynie wskazówki o dobroci surowców i otrzymanych wytworów. Jest to bezwzględnie niedostateczne. W chemicznem przedsiębiorstwie każda operacja chemiczno-techniczna musi być zbadaną drogą naukowych badań, w ten sposób tylko możemy uzyskać właściwe metody, a tem samem obniżyć koszt produkcji i otrzymać lepsze wytwory, a także wykorzystać najnowsze wyniki badań naukowych. Dobrze postawiona pracownia chemiczna udzielać winna wytycznych przy przerobie i badać każdą fazę operacji; w ten sposób pod jej opieką winny się znajdować nietylko surowce, kotłownia, woda, powietrze, materjały budowlane i inne pomocnicze, jak smary, kity i t. d., lecz także winna przeprowadzać kontrolę całej fabryki i w tym celu musi być zorganizowana w sposób racjonalny.

Do tego potrzebne jest dobrze postawione i zaopatrzone laboratorjum, przy którem na małą skalę urządzone powinne być rozmaite aparaty, jakich wymaga dana fabrykacja. Urządzenia te ułatwiają badania nad procesami wykonywanemi w fabryce, badania zaś specjalnie naukowe i opracowanie nowych metod jest już rzeczą laboratorjum centralnego, ewentualnie instytutu badawczego.

Dla wytworzenia zastępu zadowolonych i światłych robotników, należy dążyć do stworzenia warunków podnoszących kulturę i dobrobyt robotnika. Do takich czynników należy: organizacja kooperatyw, kursów dla analfabetów, kursów dokształcających i zawodowych, organizacja biblioteki, czytelni, odczytów z lampą projekcyjną, chórów, orkiestr, wycieczek, ćwiczeń gimnastycznych łącznie z organizacją straży ogniowej i t. d.

Czynniki powyższe rozwiną z jednej strony zmysł organizacyjny, podniosą kulturę robotnika i zbliżą do administracji fabrycznej, z drugiej zaś uwolnią go od wpływów ujemnych w postaci nieodpowiednich doradców, niewłaściwego towarzystwa i nałogów. Zorganizowane przed rokiem w okręgu Henrykowa pod Warszawą przez kierowników okolicznych fabryk kursy robotnicze dały bardzo dobre rezultaty i rozszerzone na inne okręgi, przyczyniłyby się bezwątpienia do wzrostu kultury naszego robotnika.

Bardzo ważnym działem każdego przedsiębiorstwa tak mechanicznego, jak i chemicznego jest dział handlowy, a specjalnie sprzedaży, na czele którego stać musi sprężysty i dzielny pracownik. Zła organizacja tego działu obróci w niwecz jak największe wysiłki technicznego kierownika. Bardzo często bardziej błahy artykuł znalazł poważny zbyt i rozszerzył przedsiębiorstwo dzięki dobrej organizacji działu sprzedaży, dzięki umiejętnej propagandzie technicznej i należycie postawionej reklamie. I w tym dziale metody naukowej organizacji mogą dać poważne rezultaty i stosowanie danych statystycznych i graficznych jest bardzo wskazane.

Szczupłe ramy niniejszego szkicu nie pozwalają mi się zbytnio nad tym

niesłychanie ważnym działem rozszerzyć, chciałbym tylko zwrócić uwagę, że byłoby specjalnie wskazane możliwie wyeliminować pośredników i wejść w bezpośredni kontakt z konsumentami — szczególnie tam, gdzie artykuł wyprodukowany przez nas służy jako artykuł fabrykacyjny dla innych fabryk. Sanacja naszego przemysłu ma na celu nietylko umożliwienie akcjonarjuszom dobrej lokaty kapitałów, lecz rozszerza się na ustalenie naszego bytu państwowego. O ile dla Ameryki i dla Zachodu jest to kwestją raczej dobrobytu, dla nas w zaczątku istnienia, jako państwa otoczonego wprawdzie przez kulturalne lecz wrogie nam mocarstwa, stworzenie niezależności przemysłowej jest kwestją życia lub śmierci. W walce o byt narodowy zwyciężą tylko takie państwa, które potrafią się zdobyć na największą samowystarczalność i najlepszą organizację — tylko to jedno potrafi wzmocnić podstawy rozwoju narodowego.

Tembardziej jest to na czasie, że nawet w Ameryce, znajdującej się pod względem geograficznym i obronnym w warunkach idealnych, inżynierowie organizacyjni dzwonią na alarm, domagając się sanacji przemysłu i zwiększenia wydajności do ostatecznych granic, jeżeli Ameryka nie chce podzielić losu Europy znajdującej się w stanie chaotycznym.

Sanacja nie uda się, jeżeli na czele interesu nie staną sprężyści kierownicy. Minęły te czasy, kiedy kierownictwo fabryki było familijną synekurą, obecnie trzeba wykrzesać z siebie maximum energji; nie chodzi tu bynajmniej o obawę, że lepsi bardziej przystosowani nas zepchną, dobro Ojczyzny naszej wymaga, aby daną pracę wykonywali ci, którzy potrafią ją najlepiej wykonać i mają czyste ręce. Zupełnię zgodzić się musimy ze zdaniem Gatta: że naród poznaje się po jego wodzach, armję po generale, fabrykę po dyrektorze — jest to tembardziej słuszne, że organizacja jest sztuką, a prawdziwej sztuki nie można się nauczyć, lecz z darem tym urodzić się trzeba; w każdej jednakże sztuce istnieją pewne podstawy, reguły i prawdy, jakkolwiek przeto siła organizatora tkwi w jego fantazji, bez gruntownego opanowania podstaw naukowych będzie bezwartościową.

Naukowa organizacja pracy jest dalszym etapem w ewolucji społecznej i państwo, które nie może istnieć bez racjonalnie postawionego przemysłu — musi współdziałać w powstaniu instytutu doświadczalnego, gdzie inżynierowie chcący się poświęcić organizacji pracy, znajdą możność studjów i gdzie dla przemysłu chemicznego będzie specjalna sekcja. W Ameryce interesował się tą sprawą prezydent Taft, który powołał komisję dla wprowadzenia systemu Taylora do ministerstwa finansów i innych instytucyj.

Sprawie tej poświęcone były liczne kongresy, w których przyjmowali udział najwybitniejsi uczeni i praktycy Ameryki.

Największe powagi nauki i profesorowie wszechnic uważają ten problem za najważniejszy w czasach obecnych.

Wielki jest czas przeto, abyśmy i my nie zostali w tyle i wprzągli się do rydwanu pracy organizacyjnej.

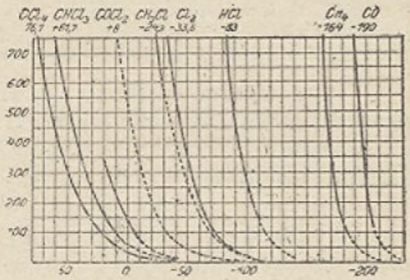
Winnica, Sp. Akc. „Żelatyna“.

SYNTETYCZNY METANOL Z METANU.

(Dokończenie.)

Schleede i Luckow[1]) uważają, że dogodniejszą w badaniu jest metoda termiczna, przy której zachodzą tylko dwie zmienne: temperatura i czas działania, podczas kiedy skuteczność katalizy światłem lub ciemnemi rozbrojeniami zależy oprócz intenzywności i czasu jeszcze ta od napięcia tamta od długości fali. Rezultaty prac dotychczasowych można podług autorów tylko z trudnością wzajemnie porównywać. Nie doprowadzano bowiem reakcyj do tego samego ustalonego punktu. Autorzy jako taki uznają tylko punkt, w którym chlor całkowicie wszedł w reakcję. Niejednolite były również metody oznaczania produktów, które to oznaczenie jest najpoważniejszą trudnością w tych badaniach.

Autorzy absorbowali chlor zbytni wraz z chlorowodorem w 33% *KOH* na ciepło, stwierdziwszy, że woda pochłania 2,2% obj. gazowego chlorku metylu, że natomiast gazy przehcodząc przez ciepły *KOH* zmydlają się tylko nieznacznie. Chloroprodukty kondensowali autorzy w 110° *C*. Wyższe tamperatury nie wystarczają.



Rys. 7.

W rozdzieleniu chlorometanów leży główna trudność eksperymentalna. Frakcjonowana destylacja skroplonych chlorometanów pod próżnią pozwala rozdzielić chlorek metylu od reszty, ale dalsze rozdziały są trudne w tych warunkach. Wynika to także z wykresu prężności tych składników (rys. 7) uzupełnionego w części w literaturze nie podanej pomiarami autorów. Autorzy oddestylowywali chlorek metylu pod ciśnieniem atmosferycznem z zadawalającemi wynikami, a trzy pozostałe chlorometany destylowali ze znormalizowanej kolbki, wzorując się na znanej z praktyki naftowej destylacji podług Englera-Ubellohde, a porównując z krzywemi destylacyj znanych mieszanin.

Reakcje przebiegały w rurkach kwarcowych ogrzewanych. Mieszanina równych części chloru i metanu zapalała się. Płomień jednak zatrzymywał się na zatyczce z waty szklanej. Produkty tej reakcji miały skład: 28% CH_3Cl, 11% CH_2Cl_2, 12% $CHCl_3$, 6% CCl_4 i 43% wyższych chloroproduktów. Stosunek metanu do chloru jak 1,15 : 1 jest granicą, przy której płomień już nie powstaje.

[1]) Ber. (3), **55** 3710—26 (1922).

Zmieniając średnicę rurek mogli autorzy regulować prędkość przepływu przez pole reakcji. Katalizatory sublimujące przepędzali tam i z powrotem w rurze, zmieniając kierunek gazu i ogrzewania. Chlorek żelaza i pięciochlorek molibdemu nie dawały zmian w składzie gazów poreakcyjnych. Węgiel czynny ułatwiał powstawanie czworochlorku węgla i chloroproduktów wyższych. Rezultaty tych prób przy powyżej podanej mieszaninie granicznej prowadzonych aż do wyczerpnia chloru w mieszaninie były w odsetkach:

rurka:	t	CH_3Cl	CH_2Cl_2	$CHCl_3$	CCl_4	wyższe
wąska, pusta	440	44	18	17	6	16
„ z watą szklaną	430	46	22	27	4	2
„ „ „ i chlorkiem żelazowym	440	48	25	22	2	2
„ węglem czynnem	420	31	15	20	17	17
szeroka, pusta	400	46	18	27	5	2
„ z watą szklaną	380	43	23	26	5	2
„ „ „ i chlorkiem żelazowym	400	44	22	29	4	2
„ z watą szklaną i $MoCl_5$	350	42	19	31	4	4
bardzo szeroka	390	26	15	38	16	5
wąska z watą szklaną, (skład mieszaniny $CH_4 : Cl_2 \backsim 2:1$:)	380°	56	19	23	2	—

Przy danym stosunku składników i danej prędkości przepływu istnieje zawsze pewna najniższa temperatura potrzebna do ilościowego zużycia chloru przez reakcję; wzrasta ona wraz ze wzrostem prędkości przepływu. Silniejsze grzanie lub użycie katalizatorów wpływa tylko nieznacznie na przebieg reakcji. Dziwnem jest że odsetek wyższych chlorometanów w produktach przy zwiększeniu średnicy rurek reakcyjnych zrazu wzrasta a dopiero przy dalszem rozszerzeniu rurki znowu spada. Autorzy nie podają ostatecznego wytłumaczenia tego zjawiska, wskazują jednak, że trzeba się tu liczyć z miejscowem przegrzewaniem mieszaniny.

Jeśli prędkość przepływu wzrośnie ponad pewną granicę (dla $CH_4 : Cl_2 = 1 : 0{,}8$ leży ona około 2 l CH_4 na 1 cm^2 przekroju w ciągu godziny) to reakcja stopniowo przybiera formę płomienia stojącego, przyczem tworzą się większe ilości wyższych chloroproduktów, szczególnie kosztem chloroformu. Jeśli wielkość powierzchni katalizującej wystarcza dla danej chyżości, to nie tworzą się wyższe chloroprodukty, ale wzajemny stosunek chlorometanów jest jednak inny, aniżeli wymagany przez teorję reakcji wielostopniowej. Poniżej tej prędkości przepływu katalizatory $FeCl_3$, $SbCl_5$, $MoCl_5$ lub podniesienie temperatury o 100° nie przynoszą zmiany, bardzo wielkie powierzchnie zwiększają procent czworochlorometanu i wyższych produktów. Autorzy zwracają uwagę na możliwość reakcyj dalszych metanu z chlorometanami (13 reakcyj) i chlorometanów między sobą, które to reakcje wszystkie mają dodatnie nasilenie cieplne i to około 6—12 *Cal.* Powstają przy nich

oprócz chlorowodoru etan, chloroetany, chloroetyleny, acetylen a nawet benzol.

G. W. Jones, K. C. Allison i H. Meigham[1]) pracowali nad chlorowaniem gazu ziemnego o zawartości 90% metanu i 10% etanu. Interesował ich wpływ katalizatorów, temperatury i obecności wody. Przez pireksową rurkę grzaną w piecu elektrycznym na temperatury leżące pomiędzy 225 a 500° *C* przepływał gaz w różnych proporcjach, mieszany z chlorem i nasycany wodą. Jako katalizatorów używano związków metali na podłożu o wielkiej powierzchni: z najlepszym skutkiem do tego celu używano koksu hutniczego w okruchach (4—10 oczek na cal. Naprzykład 50 *gr* $Ni(NO_3)_2$ w litrze wody służy do wysycenia koksu przez 15 minut, poczem odsącza się roztwór na ssawce Büchnerowskiej, i traktuje koks impregnowany 10%-owym ługiem sodowym, a po upływie pół godziny odsącza na nowo i suszy na płytce w 150° *C*. Wydatek chlorku metylu jest tem większy im mniejszą zdolność absorbowania chloru okazuje katalizator. Absorbcja bowiem chloru idzie w parze ze zwiększeniem jego koncentracji na powierzchni absorbenta, co powoduje dalej idące chlorowania. Węgiel drzewny i czynne odmiany nie wykazują tu wielkiej dzielności. Najlepsze wydatki chlorku metylu otrzymuje się z koksem napojonym związkami cyny, niklu lub ołowiu, tak jak opisano. Stosunek chloru do gazu ziemnego obrano jak 1 : 2. Mała ilość wilgoci jest korzystna.

Do oznaczania chlorku metylowego użyli autorzy metody absorbowania go w kwasie octowym lodowatym. Dwie płóczki zatrzymują 99,5% chlorku metylu z gazów. Zgodność z metodą kondensacyjną znaleziono w granicach 3% [2])

Autorzy podają, że po jednorazowem przepuszczeniu przez aparaturę otrzymali 31% wydatku teoretycznego CH_3Cl. Najkorzystniejszemi katalizatorami celem otrzymania chloroformu w miejsce chlorku metylowego są osiadłe na koksie: platyna, nikiel, cynk, kadm, żelazo i cyna. Tą drogą można przeprowadzić 50% gazu ziemnego w chloroform, zbierając pozatem 34% innych chloroproduktów. Do otrzymywania czworochlorku węgla nadaje się jako katalizator najlepiej węgiel czynny i inne absorbenty, silnie chłonące chlor, np. węgiel poddany przegrzanej parze.

Niestety autorzy nic nie mówią o składzie gazów uchodzących, nie wiadomo więc jak dalece wyzyskano metan przy reakcji. Rezultaty autorów co do działania węgla czynnego są sprzeczne z twierdzeniami patentu Curme opisanego na stronie 214, który coprawda pracuje na sucho.

E. Chlorowanie fosgenem

patentował Hochstetter[3]) podług równania $CH_4 + COCl_2 = CH_3Cl + CO + HCl$, przyczem chlorek metylu jest jedynym produktem. Reakcja przebiega w 300° *C*, najłatwiej wobec katalizatorów, jak chlorek miedziowy, ale także takich jak węgiel drzewny. Fosgen może być czysty lub rozcieńczony. Metan winien być w małym nadmiarze. Chlorek metylu wynalazca chce wydzielić przez zchłodzenie, kompresję, lub absorbcję, albo przez po-

---

[1]) Bureau of Mines. Technical Paper 255 (1921).
[2]) Patrz także: C. Allison & M. N. Meigham, Ind. Eng. Chem. **11**. 943—46 (1919); krytyka u R. H. McKee & St. P. Burke, Ind. Eng. Chem. **15**. 578—9 (1923).
[3]) D. R. P. 292089 (1914).

łączenie tych metod. Schleede i Luckow powtarzali te doświadczenia z węglem czynnym (Elberfeld) i znaleźli działanie bardzo słabe.

F. Metody przy pomocy $SbCl_5$.

J. Pfeifer, F. Mauthner i O. Reitlinger[1]) chlorowali gaz ziemny przepuszczając jego mieszaniny z chlorem przez kwarcową rurkę, ogrzaną na 360—400° *C*, a zawierającą pięciochlorek antymonu (lub chlorek żelaza). Jest to więc raczej metoda termicznego chlorowania katalizatorami. 2 obj. CH_4 i 1 obj. Cl_2 dawała podług autorów 30,1% chlorku metylu i mieszaninę równych części chlorku metylenu i chloroformu. Przy 3 obj. CH_4 i na 1 obj. Cl_2 otrzymuje się 40% teoretycznego wydatku chlorku metylu. Patent angielski autorów zastrzega sobie użycia żelaza, miedzi i antymonu i ich związków jako katalizatorów przy chlorowaniu w niskich temperaturach (150—500° *C*).

Holzverkohlungs-Industrie-A.-G.[2]) używa pięciochlorku antymonu jako środka chlorującego, a nie jako katalizatora. Reakcja przebiega bez niebezpieczeństwa wybuchu w temperaturze 300—350° *C*, którą można jeszcze obniżyć przez użycie katalizatorów, jak np. chlorku miedziowego, aż poniżej 250° *C*. Zależnie od procentów użytego $SbCl_5$ można jej nadać żądany kierunek. Do rurki kwarcowej z materjałami ogniotrwałemi lub z pumeksem wprowadza się chlorek antymonu w ilościach określonych, a równocześnie doprowadza się metan podgrzany na temperaturę reakcji np. 300—350° *C*. Obie substancje mogą iść w tym samym kierunku przez rurkę. Pięciochlorek antymonu przechodzi oddając chlor w trójchlorek, który kondensują, chlorują na pięciochlorek i kierują z powrotem do cyklu. Oto wyniki, podane przez autorów patentu:

Reakcja przebiega przy	300° *C* bez katalizatora	285° *C* z $CuCl_2$	300° *C* bez katalizatora
na 1 *mol* metanu dodano *moli* $SbCl_5$	0,376	0,303	1,021
otrzymano CH_3Cl w *molach*	0,174	0,166	0,227
w % metanu wprowadzonego	17,4%	16,7%	22,8%
w % metanu zużytego	90,5%	97,4%	62,4%
CH_2Cl_2 w *molach*	0,0134	0,00317	0,1008
w % metanu wprowadzonego	1,3%	0,3%	10,0%
w % metanu zużytego	7,0%	1,9%	27,0%
$CHCl_3$ w *molach*	0,00477	0,00122	0,0355
w % metanu wprowadzonego	0,05%	0,1%	3,5%
w % metanu zużytego	2,5%	0,7%	9,7%

Prace pominięte powyżej.

Przy opisie powyższych patentów i prac pominął referent niestety trzy prace polskie z roku 1911, oraz jeszcze inne, a wśród nich pracę H. Gault'a i Kaig Benlian'a, która zawiera również obszerny, 47 stron druku obejmujący opis prac poprzedników w tej dziedzinie. Te opuszczenia pozwolę sobie tu uzupełnić.

---

[1]) J. pract. Chem. [2] **99**. 239 (1919); Eng. P. 157253 (1921).
[2]) Eng. P. 195.345 (1922).

S. Tołłoczko i K. Kling (1911) [1]) przeprowadzili badania nad termicznem chlorowaniem gazu ziemnego, przyczem celem uniknięcia wybuchowego przebiegu reakcji wprowadzili metodę pracy nadmiarem jednego ze składników. Sucha mieszanina gazów przechodziła przez rurę jenajską, długą na 1 *m*, wypełnioną pumeksem, a grzaną elektrycznie na około 400° *C*, z prędkością średnią 2½ *l* na godzinę.

Nadmiar chloru był mały, tak, że mieszanina znajdowała się na granicy eksplozji. Z 77 *l* gazu ziemnego otrzymano tą drogą 305 *gr* (4 *gr* z *litra*) czworochlorometanu i wyższych chloroproduktów, w tem 52% CCl_4, 9% C_2Cl_4, 5% C_2Cl_6, 1% C_4Cl_6 i 1, 5% C_6Cl_6.

Chlorowanie przy nadmiarze metanu przy analogicznym sposobie unikania eksplozji, odbywało się w rurkach wypełnionych pumeksem czystym lub napojonym $CuCl_2$ i $MnCl_2$ jako katalizotorami. $CuCl_2$ okazał się dzielniejszym i powiększał wydatek o 75%. Temperatura reakcji wynosiła 380° *C*, gaz przepływał przez piec dwukrotnie, przyczem przed przejściem przez drugą rurę reakcyjną dodawano nowej porcji chloru. Po takiem dwukrotnem chlorowaniu otrzymywano *ca* 1,14 *gr* na litr gazu ziemnego, więc *ca* 29% tego, co przy stosowaniu nadmiaru chloru. Dalsze przepuszczenie gazu nieschlorowanego dawało już tylko małe wyniki, z czego autorowie wnioskują, że metan czysty wolny od wyższych homologów tylko bardzo nieznacznie ulega chlorowaniu w warunkach doświadczenia. Gazowe produkty chlorowania (skraplane mieszaniną stałego CO_2 i eteru) składały się przeważnie z CH_2Cl_2, CH_3Cl i nieco C_2H_5Cl, ciekłe zaś $CHCl_3$, CCl_4, $C_2H_2Cl_4$ i najobficiej z C_2Cl_4. Ciekawa jest uwaga podana przez autorów, że gaz, zawierający niższe chloroprodukty po dalszym dodaniu chloru pozostawia w płuczce siarkowej na zimno znaczne ilości wyższych choroproduktów. Głównym wynikiem tej pracy jest stwierdzenie możności opanowania niebezpieczeństwa wybuchów przez stosowanie nadmiaru jednego z gazów, który to fakt stał się podstawą wielu patentów późniejszych. Drugim faktem stwierdzonym w tej pracy jest działanie katalityczne $CuCl_2$ przy omawianej reakcji. Pozatem stwierdzono, że nadmiar chloru daje przeważnie wyższe chloroprodukty, nadmiar gazu ziemnego zaś faworyzuje powstawanie także i niższych chlorometanów. Pozatem wyrażają autorzy przypuszczenie, że wyższe parafiny (i olefiny) grają przy chlorowaniu rolę „induktorów" reakcji.

St. Tołłoczko [2]) chlorował gaz ziemny na drodze fotokatalitycznej, stosując rtęciową lampę uwiolową, oraz zasadę używania jednego ze składników w nadmiarze. Do reakcji służyła przestrzeń pomiędzy lampą rtęciową o średnicy 28,5 *mm* a rurą o średnicy 33,5 *mm* nasuniętą na lampę jak płaszcz zwykłej chłodnicy. Lampa mierzyła 90 *cm* długości, odstęp wlotu gazów od wylotu wynosił 65 *cm*. Gazy przepuszczano dopiero po należytem rozgrzaniu się lampy. Stosunek gazu do chloru był jak 1,2 : 1; chyżość przepływu była 4 *l* na godzinę, wydatek wynosił 1,42 *gr* chloroproduktów na 1 litr gazu ziemnego, przyczem pozostawało *ca* 0,75 *l* gazu nieschlorowanego w czem 80% węglowodorów (metanu czystego). Dalsze chlorowanie tego gazu przy nadmiarze jego wobec chloru, mianowicie przy stosunku gazu do chloru jak 1,2 : 1 z szybkością 3, 6 *l* na godzinę dawało na litr gazu 0,66 *gr* chloroproduktów (0,49 *gr* na litr pierwotnego gazu ziemnego) i 0,47 *l* nie-

[1]) Rozprawy Akad. Um. **52** A. 295 (1912).
[2]) Rozprawy Akad. Um. **52** A. 307.

schlorowanego gazu, o 65% metanu. Ogółem więc w podwójnem chlorowaniu dawał 1 *litr* gazu ziemnego 1,91 *gr* chloroproduktów. Chlorowanie wtórne przy nadmiarze chloru, mianowicie przy stosunku gazu do chloru, jak 0,5 : 1 i chyżości przepływu około 2,3 *l* na godzinę dało 2,94 *gr* chloroproduktów z litra gazu, a więc 2,2 *gr* z litra pierwotnego gazu ziemnego, czyli ogółem w dwukrotnem chlorowaniu tą drogą 3,38 *gr* z litra gazu ziemnego.

Wyniki badań streszczają się w stwierdzeniu, że można chlorować fotokatylicznie promieniami pozafiołkowemi w sposób ciągły niegwałtowny, a mimo to z dostateczną chyżością zależną zresztą w znacznym stopniu od temperatury, przyczem otrzymuje się głównie CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, CCl_4, C_2C_4, $C_2H_2Cl_4$ i C_2Cl_6. Jednorazowe takie chlorowanie usuwa prawie wszystkie wyższe homologi, tak, że do drugiego pozostaje prawie czysty metan. W przeciwieństwie do metody termicznej, metan czysty chloruje się przy fotokatalizie równie łatwo jak zmieszany z homologami. Wraz ze zmianą stosunku gazu do chloru zmienia się skład produktów; przy nadmiarze chloru powstają bowiem łatwiej wyższe chloroparafiny.

St. Tołłoczko, J. Gruszkiewicz, J. Hausman i K. Kling[1]) patentowali następującą metodę termiczną chlorowania, w której zastrzegli sobie chlorowanie gazów ziemnych i innych zawierających metan, polegające na tem, że przeprowadza się przez ogrzane rury mieszaninę gazu zawierającego metan z chlorem w takim stosunku, że jeden z tych składników znajduje się w nadmiarze. Rury z kwarcu lub innych trwałych na chlor materjałów, grzane na 300—450° *C* mają wypełnienie zawierające $CuCl_2$ lub $MnCl_2$; po przejściu oddziela się ciekłe produkty, absorbuje *HCl* wodą i dodawszy chloru przepuszcza przez dalsze rury reakcyjne. Tą drogą unika się eksplozji. Kiedy chlor zabierze w ten sposób już wyższe homologi można chlorować dalej metan czysty przy wyższych procentach chloru i temperaturach od 400 – 500° *C*. Chronione jest używanie $CuCl_2$, temperatur od 300—450° *C* i nadmiaru jednego ze składników.

Metoda Clayton W. Bedford'a[2]) o której referent wspomina tylko pokrótce, ma niektóre interesujące szczegóły. Autor jej uważa, że chcąc otrzymać chlorometany, należy nietylko stosować chlor we wielkiem rozcieńczeniu, ale również silnie chłodzić komorę reakcyjną, w której odbywa się fotokataliza. Bedford poleca koncentrację 12½% chloru w mieszaninie. Stwierdza on, że w niskich temperaturach wszystkie cztery chlorometany powstają kolejno jeden z drugiego, przyczem chlor okazuje pewne pokrewieństwo zwiększone do już schlorowanych cząsteczek. Ciepło reakcji nawet przy dużem rozcieńczeniu chloru może doprowadzić do rozkładu. W takich miejscach reakcja słucha praw odmiennych. Silne chłodzenie skropli chlorek metylu i usunie go z reakcji zanim ulegnie zupełnemu schlorowaniu. Woda nie przeszkadza, lecz sprzyja reakcji. Natomiast najlżejsze ślady amonjaku lub podobnych związków azotowych, zatrzymują reakcję aż do chwili kiedy wzrastające stężenie chloru przemoże to działanie ujemnej katalizy, a wtedy następuje wybuch. Bedford stosuje komorę reakcyjną wypełnioną kawałami lodu i naświetla ją przez okno łukiem dającym białe światło. Otrzymał z 250 stóp sześciennych gazu przy zużyciu gazu od 14—30 stóp na godzinę kilka

[1]) Pat. austryjacki 58273 z r. 1913, zgłoszony 1911.
[2]) Ind. Eng. Chem. 8 1090 (1916).

galonów produktów o składzie 35% CH_2Cl_2, 28% $CHCl_3$, 5% CCl_4 i 20% chloroetanów. Z frakcji rozpuszczonej w wodzie (*ca* 14% całości) oddestylowanej z 5—10%-ami wody otrzymał jeszcze 61% CH_2Cl_2, 28% $CHCl_3$, 1,5% CCl_4 i 6% chloroetanów. Na 1 galon produktów potrzeba około 135 funtów lodu. Gazy komory zawierały około 40% CH_3Cl.

J. Reg. Harvey Whiston[1]) zajmował się również chlorowaniem fotokatalitycznem. Zmieszawszy metan z chlorem w stosunku 2:1 stwierdził po doskonałem osuszeniu, że reakcja na ciemno nie przebiega wogóle, że odbywa się tem silniej im silniejsze jest źródło światła i że nawet w najsilniejszem świetle już ślady *ClNO* wykluczają reakcję. Rozdziału produktów dokonywał zabierając chlorowodór sodą żrącą i kondensując CH_2Cl_2, $CHCl_3$ i CCl_4 w naczyńkach chłodzonych śniegiem CO_2 w eterze. Kondensatowi pozwalał ogrzać się do 0° *C*, przyczem cały CH_3Cl zawarty w nim się ulatnia. Ten chlorek metylu wraz z nieskroplonym chwytał na węglu drzewnym w 0° *C*. Małe ilości metanu, które absorbują się w tych warunkach również na węglu, można odessać bez niebezpieczeństwa porwania wyraźnych ilości CH_3Cl o ile zachowa się temperaturę 0° *C*. W 300° można CH_3Cl odessać z węgla całkowicie. Wyniki podano już krótko na stronie 227.

G. W. Jones & Allison[2]) ogłosili pracę, która jest niejako wstępem do pracy opisanej na str. 257. Autorom chodziło o ustalenie warunków najlepszego wydatku CCl_4 i C_2Cl_6 z gazu ziemnego i chloru, które mieszali w stosunku 1 : 4 i przepuszczali przez rury z katalizatorami grzane elektrycznie na 225—500°. Jako katalizatorów używali węgla do masek bojowych, antracytu wygrzanego parą przegrzaną lub „bachitu" (rodzaj węgla czynnego). Przy użyciu innych katalizatorów, np. koksu napawanego tlenkami różnych metali, mała część chloru pozostaje zawsze nieużyta. Najlepszemi katalizatorami są te, które mają największą zdolność absorbowania tlenu. To twierdzenie jest zgodne ze zapatrywaniem tych samych autorów podanem na str. 257, chodzi tu bowiem właśnie o jak najwyższe uchlorowanie węglowodorów. Również wyższy dodatek chloru przyspiesza chlorowanie i daje wyższe produkty. Gaz używany przez autorów zawierał 90% metanu i 10% etanu. Autorzy pracowali sposobem ciągłym. Ilość gazów wprowadzanych mierzyli anemometrami, a zwilżali gaz zapomocą włączonej rurki z wodą; 1% wilgoci okazał się najkorzystniejszy. Dochodzili oni do chyżości przepływu sześciu litrów gazu na godzinę w półtoracalowej rurce z pireksu, zawierającej 200 *gr* katalizatora. Gazy mieszały się w osłoniętej przed światłem przedniej części rury reakcyjnej przy pomocy injektora a w obecności katalizatora. Wybuchów nie było; stwierdzono jedynie podniesienie się temperatury w okolicy tuż za wejściem gazów. Reakcja rozpoczynała się już poniżej 250° *C* i trwała aż do około 500°, kiedy rozpoczynał się osadzać węgiel, a katalizatory cierpiały. Po rozpoczęciu reakcji potrzebny był tylko mały dopływ ciepła, tem mniejszy, im większa była chyżość przepływu gazów. Gazy myto z chlorowodoru w płuczkach małego ciśnienia o specjalnym kształcie. Stwierdzano obecność niezużytego chloru. W naczyniach chłodzonych lodem zbierano CH_2Cl_2 i wyższe. Celem badania na CH_3Cl pobierano od czasu do czasu próbki gazów uchodzących. Przy odpowiedniem zwiększeniu chyżości przepływu, zbierano produkt wrzący powyżej 70° *C*, który składał się z chloroformu i czworochlorku

[1]) J. Chem. Soc. I 1920. 183.
[2]) J. Ind. Eng. Chem. 11. 639. (1918).

węgla. Przy wystarczającym nadmiarze chloru, całość węglowodorów przechodziła w CCl_4 i C_2Cl_6. Etan chloruje się szybciej i w niższej temperaturze niż metan.

Philips'[1]) pracuje przy możliwie niskich temperaturach i stosuje węgiel zwierzęcy jako katalizator. Już przy około 100° *C* zachodzi obfite wydzielanie się *HCl*, a płomień gazów uchodzących wykazuje rąbek zielony. Przy wyższych temperaturach, z początkiem czerwonego żaru, reakcja przebiega gładko. Powstają przeważnie CH_3Cl i CCl_4, natomiast CH_2Cl_2 i $CHCl_3$ tylko w małych ilościach.

H. Gault i Haig Benlian[2]) używali metanu sytetycznego otrzymanego z jodku metylomagnezowego lub też gazu ziemnego z Vaux (Ain). Gaz ten analizowany w pracowni Lebeau okazał skład następujący: 3,33% CO_2, 4,38% N_2, 0,49% H_2, 84,38% CH_4, 4,70% C_2H_6, 1,43% C_3H_8, 0,73% C_4H_{10} (0,56% strat). Gaz ten czyszczono przepuszczając go przez ług sodowy i odwodniony ciężki olej, gdzie tracił CO_2 i część wyższych węglowodorów, lecz zachowywał azot. Chyżość przepływu gazów mierzono anemometrami, kalibrowanemi gazami przeznaczonemi do reakcji. Metan przepuszczano przez stężony kwas siarkowy i $CaCl_2$, chlor przez takiż kwas i wióry żelazne. Pracowano przy stałej koncentracji gazów i chroniąc je przed światłem, tak że zmieniały się tylko warunki temperatury i katalizy. Piec był grzany elektrycznie; leżała w nim rura trudno topliwa długa na 1 *m*, o średnicy 17 *mm*; temperaturę oznaczano zrazu ze skalibrowanej opornicy (nie biorąc w rachubę ciepła reakcji), później wprost termo-elektrycznie. Grzano bez katalizatora lub z chlorkiem żelaza, który tworzył się ze zwoju żelaznego, umieszczonego w rurze z chlorem, doprowadzanym przed reakcją. Ponieważ chlorek żelaza jest lotny, piec urządzono tak aby go można było przesuwać z jednej strony rury na drugą, a prąd gazów w rurze odwracać. Po przejściu przez piec gazy przechodziły przez 3 chłodnice i dwa pod niemi stojące tarowane odbieralniki, umieszczone w lodzie z solą, potem przez dwie płuczki z 40% ługiem sodowym[3]), urządzone tak, że rurki wlotowe w razie zatkania można było przeczyścić, dalej przez wieżę z *KOH* w laskach i przez skraplacz metalowy zanurzony w śniegu CO_2 z acetonem (— 79° *C*), którego wylot zamykała rurka z $CaCl_2$. Kauczuki dla ochrony przed chlorem pokryto warstewką szkła wodnego. Kondensaty oznaczano wagowo. Gazy mieszano w stosunku $CH_4 : Cl = 1$.

W doświadczeniach wstępnych przepuszczali autorzy metan syntetyczny zmieszany z chlorem w stosunku 1 : 1 lub nieco mniejszym z chyżością około sześciu litrów mieszaniny na godzinę i otrzymali z litra mieszaniny chloroproduktów: w 100° *C* — 0 *gr*, w 175° *C* — 0 *gr*, w 245° *C* — 0,1 *gr*, w 325° *C* — *ca* 0,16 *gr*, w 415° — *ca* 0,1 *gr*. Z gazem ziemnym w tym samym stosunku z chlorem otrzymali wydatki znacznie wyższe. Przy przepływie 8 — 11 litrów mieszaniny na godzinę otrzymali na litr mieszaniny przerobionej:

---

[1]) Trans. Am. Philos. Soc **17**. III. 210; Am. Chem. I. **16**. 362.

[2]) Bull. Inst. Pétrole **1**. 309, 347—358.

[3]) Patrz Schleede & Luckow (str. 225); bez tych płuczek wieża bardzo rychło się zatykała.

przy		kondensatu w —15°	kondensatu w —80°
245° C		0,35 gr	0,084 gr
325° C	(7,8 l/h)	0,24 „	0,098 „
325° C	(8,3 l/h)	0,334 „	0,089 „
415° C	(9,8 l/h)	0,316 „	0,138 „
415° C	(10 l/h)	0,29 „	0,107 „

Doświadczenia główne prowadzone przy około 7—8 l przepływu na godzinę dały następujące wyniki:

	w temperaturze	Cl/CH_4	kondensatu w —15°	kondensatu w —80°
metan	340° C	1,2	0,199 gr/l	0,158 gr/l
„	410° C	1,25	0,163 „	0,113 „
metan wobec żelaza	340° C	1	0,346 „	0,255 „
„ „ „	410° C	1,2	0,182 „	0,193 „
gaz ziemny	230° C	1	0,162 „	0,031 „
„ „	250° C	1	0,155 „	0,045 „
„ „	260° C	1	0,182 „	0,055 „
„ „	350° C	1	0,159 „	0,058 „
„ „	360° C	1	0,153 „	0,093 „
„ „	410° C	1	0,256 „	0,110 „
„ „	420° C	1	0,172 „	0,097 „
„ „	500° C	1,17—1,4	0,126 „	0,098 „
„ „	510° C	1	0,167 „	0,125 „
„ „ wobec żelaza	415° C	1	0,266 „	0,066 „

Autorowie zapowiadają dalsze badania.

* * *

Otrzymawszy chlorek metylu stajemy przed drugą częścią zadania, mianowicie przed problemem zmydlenia chlorku metylu na metanol. Wydawałoby się, że jest to zadanie łatwe. Jednak równowaga tej reakcji leży w punkcie niedogodnym i dopiero drogami okrężnemi można dojść do celu. Najprostszem, zdawałoby się, i najtańszem powinno być zmydlanie parą wodną.

Whiston [1]) wykazał jednak, że tylko ślady chlorku metylowego przechodzą tą drogą w alkohol metylowy. Tak samo R. H. McKee i St. P. Burke [2]) stwierdzili, że równowaga, która powstaje pomiędzy chlorkiem metylu i parą wodną a metanolem i chlorowodorem przesunięta jest silnie na korzyść chlorku metylowego. Whiston stwierdził, że przy przechodzeniu ponad wapnem gaszonem w około 300° C chlorek metylowy prawie w całości przemienia się na metanol. Również McKee i Burke przeprowadają zmydlanie parą ponad wapnem gaszonem w kształcie bardzo porowatego ziarna, Optimum leży przy 350° C. 98% chlorku metylu przechodzi w mieszaninę 67% metanolu i 33% eteru metylowego. Dobierając stosunki tak, aby ciśnienie

[1]) J. Chem. Soc. 117 190 (1920).
[2]) Ind. Eng. Chem. 15 682—688 i 788—795 (1923).

parcjalne pary wodej było trzy razy takie jak ciśnienie par chlorku metylu, można udział eteru metylowego w produktach zniżyć do 20%. I tę resztę można po oddzieleniu przeprowadzić w metanol przez hydrolizę przy 350° *C* w obecności glinu lub podobnych katalizatorów. Równowaga $(CH_3)_2O + H_2O \rightleftarrows 2\,CH_3OH$ jest tym razem korzystna dla metanolu.

W h i s t o n badał jeszcze inny sposób zmydlania CH_3Cl, który jest przedmiotem patentów K a u f l e r'a[1]) i polega na przemianie chlorku metylu na octan metylowy i zmydleniu tegoż ługami alkalicznemi. Przy przepuszczaniu ponad porowatym octanem sodowym w 290°—297° *C* chlorek metylu, jak stwierdza W h i s t o n, całkowicie przechodzi w octan metylowy.

D e u t s c h e G o l d- u n d S i l b e r s c h e i d e a n s t a l t[2]) zmydla pod ciśnieniem przy pomocy ługów alkalicznych powyżej 100°. Pary CH_3Cl wtłacza się pod 20 atm. do naczynia z mlekiem wapiennem i ogrzewa na 190° *C*. Wydatek metanolu osiąga 85% teorji, a eteru metylowego tworzy się tylko 5—10%. Naczynia metalowe jednak niszczeją.

S z a r v a s y[3]) i H o l z v e r k o h l u n g s - I n d u s t r i e A. G.[4]) pracują z tego powodu w rotujących autoklawach sposobem nieciągłym, celem stałego zraszania ścian naczynia. Korrozja bowiem pochodzi od HCl, powstającego w fazie gazowej. Na 1 *kg* CH_3Cl bierze się 14 *l* wody i 1,3 *kg* wapna palonego. Po dwóch godzinach przy 140° *C*, przyczem ciśnienie dochodzi do 22—24 atm., zmydlił się chlorek metylu z 96% wydatkiem.

F a r b w e r k e M e i s t e r, L u c i u s & B r ü n i n g[5]) z tego samego powodu dodają amonjaku, zasad aminowych lub ich soli, które jako lotne powodują neutralizację już we fazie gazowej. Te związki przyspieszają pozatem zmydlanie, działając podług równań: $N(CH_3)_3 + CH_3Cl = N(CH_3)_4Cl$; $2N(CH_3)_4Cl + Ca(OH)_2 = CaCl_2 + 2N(CH_3)_3 + 2CH_3OH$. W kotle leżącym obj. 1.600 litr zaopatrzonym w silne mieszadła umieszczono 580 *l* mleka wapiennego, w czem 55 *kg* wapna palonego i 2 *kg* chlorowodorku trójmetyloaminy. Ogrzawszy na 140° wtłacza się w ciągu 1—2 godzin 85 *kg* chlorku metylu, przyczem ciśnienie wzrasta powoli do 10 atm. Wydatek jest prawie teoretyczny.

T. G o l d s c h m i d t A. G.[6]) zmydla nie chlorek metylu lecz, o ile widać ze sprawozdań, wprost gazy surowe po chlorowaniu, pozbawione HCl. Gazy wtłacza się do mleka wapiennego, gdzie (w warunkach w opisie niepodanych) zmydla się chlorek metylu, a metanol pozostaje w roztworze. Chlorek metylenu przechodzi niezmieniony, i idzie do kondensacji, reszta tj. metan i ciała nieczynne wracają do chlorowania.

D e u t s c h e P e t r o l e u m A. G.[7]) obrała drogę prowadzącą przez octan metylowy, tak samo jak u W h i s t o n'a i K a u f l e r'a, którzy dostrzegli już trudność techniczną polegającą na powstaniu $NaCl$, osiadającej warstwą na octanie i przerywającej w ten sposób reakcję. Polecają oni z tej przyczyny octan sodowy porowaty, co jednak nie wystarcza. Początkowo szybka reakcja staje się rychło bardzo powolną tak, że i po 8 godzinach nie jest jeszczcze skończoną. Temperatura wzrasta do 300° i następuje rozkład

---

[1]) Eng. P. 2779/1913 i 3133/1913.
[2]) D. R. P. 391.070 (1914).
[3]) U. S. P. 1.181.697; Eng. P. 159.842.
[4]) Pat. austr. 89.925 (1916).
[5]) D. R. P. 301042 (1920).
[6]) Eng. P. 224,475 (1925).
[7]) D. R. P. 367.204 (1920).

octanu sodu. Dlatego **W h i s t o n** zamierza prowadzić reakcję tylko do wyczerpania *ca* 65% octanu sodowego, z odsyskaniem reszty przez frakcyjną krystalizację. **D e u t s c h e P e t r o l e u m A. G.** przeprowadza pary chlorku metylu przez stopioną mieszaninę octanów sodowego i potasowego, która topi się przy 220° w przeciwieństwie do czystego octanu potasowego (p. t. 290°) i sodowego (p. t. 315°). Wobec tego że rozkład rozpoczyna się w 280°, najlepiej jest trzymać się temperatury 250°*C*. Można pracować pod zwykłem lub podwyższonem ciśnieniem; prędkość reakcji pod wyższem ciśnieniem jest większa. Ale i tu wynalazca ostrzega przed doprowadzaniem reakcji do końca, ponieważ stop gęstnieje w miarę przybywania $NaCl$ i ponieważ zwiększają się trudności w usunięciu go z naczynia. Przebieg procesu jest następujący: W kotle wstępnym otwartym topi się równodrobinowa mieszanina octanów i stopiona spływa stąd do dwóch stojących pod sobą zamkniętych kotłów reakcyjnych, zaopatrzonych w mieszadła. Równocześnie przepycha się w przeciwprądzie przez oba te kotły gazowy chlorek metylu. Dołem odpływa zużyta mieszania octanów i chlorków, z której w trzech kotłach płóczących wyługowuje się octany wodą o 150°*C*, płynącą w kierunku przeciwnym do spadających już stałych soli. Chlorki, nie rozpuszczajace się w tych warunkach, odpadają. Stężony ług octanów idzie do kotła wstępnego, gdzie, po wyparowaniu wody octany, przechodzą przy 250°*C* do stopu równodrobinowego. Górą z kotłów reakcyjnych uchodzi mieszanina produktów gazowych i wchodzi od dołu do kotłów zmydlających. W nich spotyka się ona z roztworem równodrobinowym wodorotlenków sodowego i potasowego i ulega zmydleniu na alkohol metylowy i roztwór równodrobinowy octanów obu metali, który przenosi się również do kotła wstępnego. Pary alkoholowe idą do rektyfikacji. Mieszaniną 82 *kg* octanu sodowego i 98 *kg* potasowego można tą metodą w pół godziny zmydlić 50 *kg* chlorku metylu, otrzymując 30 *kg* metanolu.

E. H. **R i e s e n f e l d** [1]) przeprowadza cały chlorek metylu w eter metylowy, aby go potem zmydlić. Udaje mu się to działaniem etanolowego roztworu wodorotlenku sodowego, podług wzoru:

$$2\,CH_3Cl + 2NaOH = CH_3OCH_3 + H_2O + 2\,NaCl,$$

pod ciśnieniem 20 atm. w naczyniu żelaznem. Niestety etanolu nie można zastąpić metanolem, bo wtedy prędkość reakcji staje się za mała. Otrzymany eter metylowy, ogrzewany pod ciśnieniem 5 atm. przez 24 godziny na 80° *C* z rozcieńczonem kwasem siarkowym, częściowo się zmydla, resztę zaś przerabia się po raz wtóry w ten sam sposób, ale w stalowych cylindrach przy 200 atm.

Chlorek metylu mógłby również znaleść zastosowanie w chłodnictwie zamiast bezwodnika siarkawego.

* *
*

Inne chloroprodukty mają bądź to zastosowanie znane, jak chloroform i czworochlorek węgla, bądź też powstają w niewielkich ilościach, jak chloroetany i wyższe. **C h l o r e k m e t y l e n u** rozpuszcza acetylocelulozę. Pozatem istnieją metody jego przerbki: **H o l z v e r k o h l u n g s - I n d u s t r i e - A. G** [2]) posiada metodę wyrobu heksametylotetraminy z chlorku metylenu i amonjaku doniżej 120° *C*. **R h e n a n i a V e r e i n C h e m i s c h e r F a b r i-**

---

[1]) U. S. P. 1,379.362 (1918).
[2]) Eng. P. 195.602.

ken[1]) zmydla pośrednio lub wprost[2]) chlorek metylenu na formaldehyd z wydatkiem 92%. Istnieje także patent[3]) chroniący użycie CH_2Cl_2 wprost, bez przejścia na formaldehyd do wyrobu żywic fenolowych.

* * *

Od utleniania pośredniego, bo tem ostatecznie jest przejście od metanu przez chlorek metylu do metanolu, prostszem byłoby utlenianie bezpośrednie. I nie brak takich usiłowań. G. Glock[4]) używa miedzi, asbestu i ich mieszanin jako katalizatorów przy utlenianiu metanu lub gazu ziemnego powietrzem lub tlenem na metanol i formaldehyd. J. Walter[5]) chroni dodawanie w tym celu pary wodnej do mieszanin metanu lub innych węglowodorów z powietrzem lub tlenem. Ges. f. Sauerstoff- und Sticktoffindustrie[6]) twierdzi, że kora dębowa lub kora wogóle jest tu niezwykle dzielnym katalizatorem, bo podczas kiedy przy miedzi granulowanej potrzeba 600° *C*, z korą idzie reakcja już przy 30—60° *C*. Po czternastokrotnem przepuszczeniu mieszaniny nad katalizatorem zbiera się formaldehyd w ilości 4,66% wydatku teoretycznego. T. Sherlock Wheeler[7]) ogrzewał mieszaninę równych objętości metanu z tlenem na 700° *C* i otrzymywał znaczne ilości metanolu. Chcąc zwiększyć wydatek, trzeba grzać dłużej. Thermal Industrial and Chemical Resarch Co Ltd & J. S. Morgan[8]) ogrzewają tę mieszaninę gazów przepuszczając ją bańkami przez stopiony metal, w szczególności ołów, w 350° - 400° *C*, co ułatwia dokładne dozowanie energji. Carlisl H. Bibb[9]) chroni użycie katalizatorów gazowych, z odzyskaniem ich lub nie. Jako takie podaje związki azotu, kwas azotowy przegrzany na 200° *C*, tlenki siarki, dwutlenek węgla i inne. Metoda wymaga mimo to grzania aż do 500° *C*. R. K. Bailey[10]) również ogrzewa metan ze znaczną ilością wyższych tlenków azotu i tlenem, produkt zaś zobojętnia zawiesiną kredy, a z przesączu otrzymuje formaldehyd. H. Paulson[11]) utlenia przy pomocy bezwodnika węglowego grzejąc w rurze metalowej przewężonej w jednem miejscu w obecności miedzi, srebra, niklu, lub ich stopów ze sobą albo z glinem, cynkiem, lub cyną. Za rurą nagle chłodzi gazy. Otrzymuje mieszaninę metanolu i formaldehydu z wydatkiem tym większym, im wolniej przepływają gazy. Pary menatolu lub etanolu zwalniają bieg reakcji. Gazy można rozcieńczyć azotem lub węglowodorami. Wydatek waha się od 22—56% teoretycznego[12]).

Lech Suchowiak.

---

[1]) D. R. P. 362.746 (1920).
[2]) Pat. austr. 94305 (1921).
[3]) Eng. P. 220.985 (1923).
[4]) D. R. P. 109.014 (1898).
[5]) D. R. P. 168.201 (1904).
[6]) D. R. P. 214.155 (1906).
[7]) J. Soc. Chem. Ind. **42.** 81—86 i 87—92 (1923 Nr. 10 i 11).
[8]) Eng. P. 176.438 (1920) i 170.617 (1920).
[9]) U. S. P. 1.392.886 (1919).
[10]) U. S. P. 1.319.748 (1919).
[11]) Eng. P. 156.148 (1920).
[12]) Do dyskusji pomiędzy G. Patart i Badische Anilin- u. Soda-Fabrik, patrz jeszcze Chem. Ztg. **49.** 463 i 564 i Brennst. Chem. **6.** z. 23. W. 1.

METODA BREGEAT'A I JEJ ZASTOSOWANIA TECHNICZNE.

(Odczyt Dr. Emeryka Krocha w Polskiem Towarzystwie Chemicznem na posiedzeniu dnia 9. listopada 1925 we Lwowie).

Po krótkiem naszkicowaniu znanych metod odzyskiwania lotnych rozpuszczalników, omówił prelegent zjawiska i prawa, odnoszące się do absorbcji gazów i par w płynach. Wedle prawa Henry'ego i Raoult'a-van t' Hoffa możemy obliczyć obniżenie prężności pary ciała lotnego po absorbcji zapomocą ciała mniej lotnego. Prawa te są podstawą technicznych metod odzyskiwania lotnych rozpuszczalników zapomocą metod absorbcji „fizykalnej", przy której reakcja między ciałem lotnem a absorbentem ogranicza się do fizykalnej rozpuszczalności. Rezultaty osiągnięte temi metodami są mało zadowalniające z powodu niskich wydatków.

Przy metodach t. zw. absorbcji „chemicznej" dąży się przez odpowiedni dobór absorbentu do wywołania reakcji chemicznej między nim a ciałem lotnem. Na skutek powstawania związków chemicznych, czy też połączeń addycyjnych (drobinowych) następuje ebniżenie prężności pary ciała lotnego znaczniejsze aniżeli wypadałoby ze wspomnianych praw.

Do r. 1917 najbardziej rozpowszechnioną metodą chemicznej absorbcji było wymywanie par alkoholu i eteru zapomocą kwasu siarkowego. Metoda ta stosowana była podczas wojny światowej na wielką skalę do odzyskiwania alkoholu i eteru, stosowanych jako rozpuszczalniki w fabrykach prochu bezdymnego. Przy wielkich kosztach inwestycyjnych i ruchu dawała metoda ta wydatki bardzo małe.

Wybitny postęp w tym kierunku zaznaczył się w r. 1917, kiedy francuski chemik Jan Henryk Brégeat wystąpił z nową metodą absorbcji chemicznej. Wynalazca zastosował do absorbcji par alkoholu, eteru i acetonu techniczny krezol, będący mieszaniną o-, p- i m-krezolu. Krezol spełnia warunki, jakie stawia się środkom absorbcyjnym w idealny wprost sposób. Jego zdolność absorbcyjna przekracza znacznie zdolności innych absorbentów znanych; działa on równie dobrze przy dużej, jak i przy małej koncentracji ciała lotnego w gazie; przy ogrzewaniu wreszcie do temp. 135°—145° oddaje on gładko ciała zaabsorbowane.

Wyświetlenie podstaw naukowych metody Brégeata przypada na okres nieco późniejszy. Wymienić tu należy prace Berla i Schwebela, oraz Weissenbergera i jego uczni. Szeregiem dokładnych pomiarów prężności pary systemów krezol-alkohol, krezol-eter i krezol-aceton wykazali ci uczeni, że krzywa odchyleń między prężnościami par obliczonemi a znalezionemi doświadczalnie wykazuje wyraźne minima przy koncentracjach ciała lotnego odpowiadających pewnym całkowitym stosunkom moli. Dla wymienionych systemów minima te odpowiadają stosunkowi moli 1 : 1.

W dalszym ciągu omówił prelegent elementy konstrukcyjne instalacji Brégeat'a, obejmujące część płuczkową, rozszczepienia i rektyfikacji, biorąc jako przykład wielką instalację przy fabryce sztucznego jedwabiu w Obourg (Belgja).

Zakres stosowania metody Brégeat obejmuje oprócz wspomnianych fabryk prochu bezdymnego i sztucznego jedwabiu, także fabryki filmów fotograficznych, celuloidu, sztucznej skóry, impregnacyjne, gorzelnie i t. p.

W przypadkach, kiedy idzie o odzyskanie lotnych ciał typu węglowo-

dorów aromatycznych jak benzol i jego homologi, oraz alifatycznych jak benzyna, stosuje Brégeat uwodornione pochodne naftaliny, a w szczególności tetrahydronaftalinę. Zachowanie się tejże w stosunku do benzolu i benzyny odpowiada na ogół systemom alkohol-krezol etc. Zastosowanie tej metody jest również bardzo rozległe i obejmuje zagadnienia uzyskiwania benzolu z gazu świetlnego i generatorowego, dalej benzyny z powietrza jej parami nasyconego (fabryki kauczuku, rezerwoary benzynowe) i wreszcie gazoliny z gazu ziemnego.

Nad odczytem rozwinęła się ożywiona dyskusja, w której brali udział PP. prof. Mościcki i Leśniański, inż. Waligóra i prelegent.

ZE SPRAW ORGANIZACYJNYCH, GOSPODARCZYCH I HANDLOWYCH.

Sprawozdanie z działalności Państwowej Fabryki Związków Azotowych w Chorzowie. — Polityka reglamentacji przywozu a przemysł chemiczny. — Bilans handlowy przemysłu chemicznego za rok 1924.

Z okazji 3-letniej rocznicy przejęcia przez władze polskie fabryki Związków Azotowych w Chorzowie ukazało się sprawozdanie z działalności tej wytwórni. Napisane piękną polszczyzną i wydane w wytwornej szacie graficznej ilustrowane szeregiem tablic i wykresów — zawiera ono nader interesującą treść, nietylko pod kątem stosunków i rozwoju fabryki chorzowskiej, lecz również z ogólno-gospodarczego punktu widzenia. Przy czytaniu sprawozdania nasuwają się optymistyczne refleksje, wskazujące na duch twórczy intelektu polskiego, który potrafił nietylko przejąć i uruchomić celowo przez Niemców z dnia na dzień opuszczoną i częściowo zdekompletowaną wytwórnię, lecz rozszerzyć ją dalej, wprowadzić nowe pomysły i urządzenia, pracować wreszcie ekonomiczniej, niż to miało miejsce za czasów administracji niemieckiej.

Jak wiadomo, fabryka chorzowska została założona w czasie wojny światowej przez grupę Bayerische Stickstoffwerke, która zawarła umowę z rządem niemieckim. Już w pierwszych miesiącach roku 1917 uruchomiono pierwszą część urządzeń produkujących karbid i azotniak — przy użyciu prądu obcego.

Dnia 3 lipca 1922 r. fabryka chorzowska przejęta została przez Rząd Polski, przyczem około 200 wyższych i niższych współpracowników Niemców usunęło się natychmiast od pracy, niszcząc częściowo plany i archiwa chorzowskie.

O faktach tych, znanych zresztą dokładnie, wspowinamy tylko dlatego, by uwypuklić tem więcej postępy i faktyczny dorobek z czasów administracji polskiej. Bilans pozytywny pracy organizacyjno-twórczej zamknięty został następującemi konkretnemi wynikami:

1. Wykończenie zakładu zmydlania azotniaku pod ciśnieniem, dla uzyskania amonjaku surowego.

2. Przebudowanie i uruchomienie amonjakalni, t. j. fabryki przerobu surowego amonjaku, bądź na koncentrowaną wodę anmonjakalną, bądź też na czysty suchy NH_3, zdatny do dalszej przeróbki.

3. Zmontowanie nowej fabryki amonjaku skroplonego oraz wyposażenie jej w odpowiednią ilość butli stalowych.

4. Zmontowanie i gruntowna przeróbka fabryki syntetycznego kwasu azotowego przez utlenianie amonjaku oraz wyposażenie jej w masy kontaktowe, zawierające około 11 kg. chemicznie czystej platyny.

5. Gruntowna przeróbka i znaczne rozszerzenie fabryki syntetycznej saletry sodowej do zdolności produkcyjnej 40 t. na dobę, wobec dawnych 5 do 8-miu tonn.

6. Zbudowanie nowej fabryki azotanu amonowego, częściowo przy zastosowaniu nowych patentów prof. Ignacego Mościckiego. Zdolność produkcyjna tej fabryki wynosi około 80 t. azotniaku na dobę.

7. Wybudowanie nowego magazynu żelazo-betonowego specjalnej konstrukcji na produkty chemiczne; wybudowanie własnej odlewni przy warsztatach mechanicznych; wybudowanie własnego wapiennika na przeróbkę około 150 t. kamienia na dobę.

8. Wybudowanie fabryki czystego tlenu oraz magazynu na butle tlenowe.

Jest to dorobek materjalny; większe jednak znaczenie i donioślejszą wartość posiada niezawodnie efekt twórczej pracy intelektualnej, który odzwierciadla się przedewszystkiem w liczbach wskazujących produkcję oraz zużycie materjałów surowych. Gdy więc produkcja jednego pieca karbidowego wynosiła średnio, za czasów administracji niemieckiej 1.500—1.600 ton miesięcznie, w ostatnich miesiącach r. b. przewyższyła ona 2.000 ton, przyczem w sporadycznych wypadkach doprowadzono wytwórczość do 2.300 ton. Miesięczna produkcja azotniaku powiększyła się prawie dwukrotnie i w pierwszej połowie r. b, doszła do 200.000 ton. Procentowość azotniaku wzrosła z 18 do 21%.

Ilość zużytych kilowat-godzin na kilogram związanego azotu zmniejszała się z roku na rok, osiągając znakomite wyniki:

w r.	1922	(administr. niemiecka)	zużycie wynosiło	18 —19	*KWh*
„	1922	(„ polska)	„ „	20 —21	„
„	1923	„ „	„ „	17 —19	„
„	1924	„ „	„ „	14 —15,5	„
„	1925	„ „	„ „	13,8—14,5	„

Działalność Chorzowa tem była trudniejsza, że b. zabór rosyjski i austrjacki nie znały zupełnie azotniaku, jako sztucznego nawozu. Silna propaganda i poparcie organizacyj rolniczych spowodowały jednak spopularyzowanie tego nowego środka użyźniającego i w konsekwencji udało się podwyższyć konsumcję ze 105.000 kg. w zaborze austrjackim w pierwszym sezonie po objęciu fabryki, do 2.112.965 kg. w sezonie ubiegłym; ze 104.263 kg. w zaborze rosyjskim do 7.974.895 kg. w tych samych okresach czasu.

W bilansie za rok 1924 fabryka chorzowska wykazała czysty zysk w wysokości 800.000 zł. Jak wyjaśnia sprawozdanie, zysk ten jednak nie pochodzi ze sprzedaży azotniaku, lecz z innych, bardziej rentownych produktów; podobną linję zamierza utrzymać i nadal fabryka chorzowska, dążąc do zapewnienia rolnikom taniego nawozu azotowego.

Wszystkie zdobycze powyższe zapisać trzeba na dobro fabryki chorzowskiej. Niestety jednak, w działalności wytwórni państwowej są też momenty niejasne, których wyświetlenia przez Zarząd fabryki domagać się trzeba stanowczo. Mamy tu na myśli gwałtowną zwyżkę cen wytworów chorzowskich,

łączącą się w czasie z ostatnim okresem spadku notowań złotego na giełdzie. Gdy więc przed tym okresem saletra sodowa sprzedawana była przez Chorzów po zł. 38,5 za 100 kg., równocześnie z raptowną zwyżką kursu dolara cenę podniesiono do zł. 48 i 50.

Przemysł Polski, podporządkowując się rządowemu programowi niewaloryzowania opłat i cen, spotyka conajmniej niezrozumiałe stanowisko fabryki państwowej, która podnosi znacznie ceny swych wytworów, opartych wszak na krajowych surowcach, bo węglu, wapnie i powietrzu.

Koszt sprowadzanych z zagranicy elektrod nie może wpływać na kalkulację w sposób tak decydujący, by usprawiedliwiał zwyżkę cen produktów fabryki chorzowskiej o 30%.

Jak wiadomo, podstawowy wytwór fabryki chorzowskiej — azotniak — chroniony jest przez Państwo nie tylko pewnym cłem protekcyjnym, lecz również zakazem przywozu. Polityka reglamentacji przywozu — stosowana przez Państwo w pierwszych latach naszej niepodległości — z biegiem czasu ulegała coraz dalszej likwidacji, aż wreszcie w początkach roku bieżącego na liście towarów zakazanych do przywozu, znajdowało się parę zaledwie artykułów o charakterze wybitnie luksusowym (perfumy, wina i t. d.); przywóz tych artykułów regulowany był pewnemi kontygentami dla państw, które miały ów kontygent zastrzeżony w umowie handlowej. Z chwilą rozpoczęcia wojny gospodarczo-celnej z Niemcami, poczęto wydawać nowe zakazy przywozu, obejmujące już teraz nietylko artykuły luksusowe, lecz również t. zw. „połluksusowe". Ujemny bilans handlowy Polski w pierwszych miesiącach roku bieżącego oraz wzgląd na konieczność chronienia przemysłu krajowego sprawił, że na listach towarów reglamentowanych znalazły się również fabrykaty przemysłowe, nic wspólnego z luksusem nie mające.

O ile nie można się godzić z linją wytyczną polityki reglamentacji przywozu na dłuższą metę, o tyle stwierdzić wypada, że czynnik ten stosowany jako doraźny środek, poprawy położenia gospodarczego niektórych gałęzi produkcji odegrać może rolę dodatnią. Doświadczenia Centralnej Komisji Przywozowej, zajmującej się rozdziałem przyznanego przez Rząd kontygentu na towary reglamentowane wskazują, że obowiązujące zakazy przywozu posiadają też doniosłe znaczenie pedagogiczne. Okazuje się bowiem, jak bardzo niedaleko posunięta jest naprzód sprawa zjednoczenia gospodarczego ziem Rzeczypozpolitej Polskiej. Cały szereg artykułów wprost najprostszych i wytwarzanych w kraju w wystarczającej ilości oraz w znakomitym gatunku sprowadzany był z zagranicy. Z ubolewaniem stwierdzić wypada, że przedwojenne przyzwyczajenie odbiorców, zwłaszcza małopolskich, do towarów wiedeńskich, każą im starać się o zezwolenie na przywóz naprzykład pasty do obuwia, lub proszku do zębów, pochodzących ze stolicy Austrji.

Aczkolwiek więc nie jesteśmy zwolennikami stosowania polityki reglementacji przywozu na dłuższą metę, to jednak niepodobna odmówić jej dobroczynnych skutków choćby w powyższym zakresie.

Jak już wspomnieliśmy, zagadnienie powyższe łączy się do pewnego stopnia ze sprawą naszego bilansu handlowego, który w zakresie przemysłu chemicznego, daje wyniki pasywne. Z opublikowanego w „Przeglądzie Gospodarczym" zestawienia wynika, że bilans handlowy przemysłu chemicznego kształtował się w latach ubiegłych ujemnie i przedstawia się jak następuje:

	Przywóz 1923	Przywóz 1924	Wywóz 1923	Wywóz 1924
	w tysiącach złotych			
Przemysł nieorganiczny:				
Surowce	33.316	18.501	494	242
Półprodukty	3.898	2.690	1.815	—
Wyroby gotowe	14.920	7.928	18.174	14.213
	52.134	29.119	20.483	14.455
Przemysł tłuszczowy:				
Surowce	1.257	1.226	34	11
Półprodukty	16.397	25.218	113	51
Wyroby gotowe	9.882	7.075	1.498	227
	27.536	33.519	1.645	289
Przemysł suchej destylacji:				
Surowce	97	657	—	630
Półprodukty	4.607	2.683	17.074	2.911
Wyroby gotowe	12.612	9.579	24.288	7.945
	17.316	12.919	31.362	11.486
Przemysł syntetyczny:				
Surowce	792	1.080	15	35
Półprodukty	—	—	—	—
Wyroby gotowe	14.727	4.420	2.987	1.032
	15.519	5.500	3.002	1.067
Przemysły różne:				
Surowce	2.881	4.683	852	146
Półprodukty	1.589	2.114	1.411	4.465
Wyroby gotowe	34.265	37.396	3.234	6.492
	38.735	44.193	5.497	11.103
Razem	151.240	125.250	61.989	38.400

Z zestawienia powyższego wynika, że w roku ubiegłym saldo ujemne wynosiło zł. 136.545.000, w r. 1923 — 89.251.000, zaś w r. 1924 — 86.850.000.

Bliższa analiza pozycyj bilansu wskazuje, że gospodarcze saldo ujemne wprawdzie nie w tej wysokości — jest jednak uzasadnione. Poważną rolę w przywozie odgrywają surowce i półprodukty tłuszczowe: niezrozumiałym jest natomiast import całego szeregu wytworów gotowych, w kraju wytwarzanych. Nie mając możności roztrząsać szczegółowo w kronice spraw bilansu handlowego przemysłu chemicznego, odsyłamy czytelnika do właściwego artykułu, opublikowanego w zeszycie Nr. 23 „Przeglądu Gospodarczego".

Inż. T. Zamoyski.

Wydawca: **„Chemiczny Instytut Badawczy", Lwów.**
Redaktor odpowiedzialny: **Prof. Dr. Kazimierz Kling.**

Z DRUKARNI ZAKŁADU NARODOWEGO IMIENIA OSSOLIŃSKICH WE LWOWIE
pod zarządem Józefa Ziembińskiego.

TREŚĆ

ROCZNIKA IX. CZASOPISMA PRZEMYSŁ CHEMICZNY ZA ROK 1925.

ARTYKUŁY: